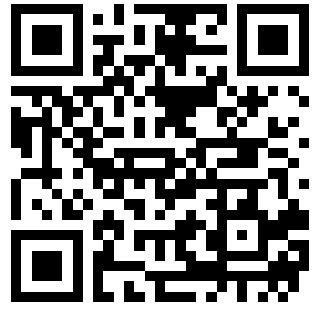
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

Digitized by Google

204 c.

Bibliothek
der
Phys.-Techn. Reichsanst.
Physik. Abtheilung
A 289

Aus dem

Archiv der Deutschen Seewarte.

X. Jahrgang: 1887.

Herausgegeben

von

der Direktion der Seewarte.

HAMBURG, 1888.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

2222 4

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE ROYALE MONTBRILLANT

Digitized by Google

Aus dem

Archiv der Deutschen Seewarte.

X. Jahrgang: 1887.

Herausgegeben

von

der Direktion der Seewarte.

HAMBURG, 1888.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

Digitized by Google

BIBLIOTHEK
REGIA
MONACE

INHALT.

No. **1.** Zehnter Jahresbericht über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1887, erstattet von der Direktion.

No. **2.** Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks. Von Dr. *W. Köppen.* Erste Abhandlung. Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur.

No. **3.** Der Kreislauf der atmosphärischen Luft zwischen hohen und niederen Breiten, die Druckvertheilung und mittlere Windrichtung. Von *M. Möller,* Regierungs-Baumeister. Mit einer Figurentafel.

No. **4.** Die Bahnkurven des Combe'schen Apparates. Von Dr. *E. Liebenthal.* Nebst 3 Figurentafeln.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

AUS DEM

ARCHIV DER DEUTSCHEN SEEWARTE.

X. Jahrgang 1887.

Herausgegeben von der Direktion der Seewarte.

No. **1.**

Zehnter Jahres-Bericht

über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte

für das Jahr 1887,

erstattet von

der Direktion.

HAMBURG, 1888.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

Digitized by Google

Digitized by Google

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Inhalts-Verzeichniss.

A. Allgemeiner Bericht. Seite 1 bis Seite 9.

Seite

I. Einleitung 1

II. Zur Geschichte der Deutschen Seewarte 1

1. Allgemeines 1

Abgang des Mechanikers der Seewarte, Herrn Franc von Liechtenstein, nach Berlin als Leiter der Werkstätte der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg. Ersatz durch Herrn M. Zschau. Tod des regierenden Bürgermeisters von Hamburg, Herrn Dr. G. Kirchenpauer. Ernennung des Herrn Senator W. O'Swald zum Senats-Kommissar für die Deutsche Seewarte 1

2. Wissenschaftliche Konferenzen, welche für die Thätigkeit der Seewarte von Bedeutung waren.... 2

3. Besuche auf der Zentralstelle zu Zwecken des Studiums und der Besichtigung der Einrichtungen etc. 2

III. Einrichtung der Deutschen Seewarte..... 3

1. Die Einrichtung der Zentralstelle. Ersetzung des 2pferdekräftigen Gasmotors für die Druckerei und den Combe'schen Apparat durch einen 4pferdekräftigen..... 3

2. Nebenstellen der Seewarte und deren Einrichtungen. Verlegung der Hauptagentur v. Swinemünde nach Stettin unter Kapitän Willert, Verbleib der Normal-Beobachtungs-Station in Swinemünde unter dem Bureau-Assistenten beim Schifffahrtsamte Fratzke..... 3

IV. Das Personal der Zentralstelle u. der Nebenstellen. Die Korrespondenten der Seewarte. 3

a) Personal der Zentralstelle..... 3

b) Personal der Hauptagenturen und Agenturen 5

c) Personal der Normal-Beobachtungs- und Ergänzungs-Stationen der Seewarte 5

d) Personal der Signalstellen der Seewarte.... 5

e) Die Mitarbeiter und Korrespondenten der Deutschen Seewarte auf dem Festlande .. 6

f) Die Mitarbeiter der Seewarte zur See..... 6

V. Allgemeines über die Verwaltung, das Kassenwesen und die Registratur der Seewarte; die Inspizirung der Nebenstellen..... 7

a) Verwaltung und Registratur 7

b) Inspizirung der Nebenstellen zu technischen Zwecken 7

VI. Die Bibliothek und Karten-Sammlung..... 8

Vermehrung der Bibliothek u. Kartensammlung . 8

Benutzung der Bibliothek und Kartensammlung . 8

Verwaltung und Geschäftskreis der Bibliothek.. 8

B. Spezial-Berichte

über die Thätigkeit der einzelnen Abtheilungen und ihre Arbeiten. Seite 9 bis Seite 55.

VII. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung I.

Maritime Meteorologie 9

Stand der maritim-meteorologischen Arbeit an der Deutschen Seewarte..... 9

Das Beobachtungs-Material 9

Betheiligung deutscher Seeleute an den meteorologischen Arbeiten der Deutschen Seewarte 11

Anzahl der ausgegebenen Journale..... 11

Anzahl der von der Seewarte an Schiffsführer ausgeliehenen meteorolog. Instrumente..... 12

Verwerthung des eingegangenen Beobachtungs-Materiales 12

Synoptische Wetterkarten des Nordatl. Ozeans.. 12

Vorläufige synoptische Wetterkarten des Nord-Atlantischen Ozeans 12

Vierteljahrs-Wetter-Rundschau 12

Anwendung der Kenntniss der Wetterlage in der Navigirung 12

Meteorologische Arbeit in den Eingradfeldern des Nordatlant. Ozeans. Quadrat 112..... 13

Ueberblick über die im Drucke vorliegenden Quadrate des Nordatlantischen Ozeans 13

Der Pilote. Band IV..... 14

Schriftliche Segel-Anweisungen für spezielle Fälle 14

Verbreitung des Treibeises bei Neufundland ... 14

Bekanntmachung hydrographischer Nachrichten durch Vermittelung der Seewarte..... 14

Vertheilung der Veröffentlichungen der Seewarte an die Mitarbeiter zur See 14

Ausfertigung von Gutachten und Berichten 14

Nothwendigkeit der Anstellung zweier weiteren nautisch gebildeten Hülfsarbeiter 15

Anlage 1. Verzeichniss der Kapitäne u. Schiffe, welche vollständige und Auszugs-Journale für die Deutsche Seewarte führten und an dieselbe einlieferten 15

VIII. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung II.

Beschaffung u. Prüfung der nautischen, meteorologischen und magnetischen Instrumente und Apparate. Anwendung der Lehre vom Magnetismus in der Navigation. Modell- und Instrumenten-Sammlung 23

1. Prüfung und Beschaffung meteorologischer Instrumente 24

2. Prüfung und Beschaffung astronomischer und magnetischer Instrumente 28

Bestimmung des Normalstandes des Barometers der Seewarte..... 29

3. Anwendung der Lehre vom Magnetismus in der Navigation 30

a) Untersuchung von eisernen Schiffen in Bezug auf ihre Deviations-Verhältnisse 30

b) Das regelmässige Führen der Deviations-Journale und deren Diskussion..... 30

c) Der Verkehr mit Kapitänen und Mechanikern 31

Beobachtungen über den Werth der Elemente des Erdmagnetismus: Hamburg — Swinemünde — Barth — Rostock — Lübeck — Flensburg — Bremerhaven — Neufahrwasser — Wilhelmshaven — Berlin — Hamburg — Swinemünde — Cuxhaven ..... 31—37

Lehrkursus 37

4. Modell- und Instrumenten-Sammlung..... 38

Anlage 1. Deviations-Bestimmungen im Jahre 1887 38

IX. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung III.

Pflege der Witterungskunde, der Küsten-Meteorologie und des Sturmwarnungswesens in Deutschland 39

Digitized by Google

Seite

1. Wetter-Telegraphie ... 39
I. Einrichtung des wetter-telegraphischen Verkehrs der Seewarte mit den meteorologischen Instituten und Stationen Europas. 39
II. Tägliche telegraphische Bericht-Erstattung an das Publikum ... 39
Telegramme zur Konstruktion von Wetterkarten nach ausserhalb Hamburgs ... 40
III. Tägliche Bericht-Erstattung in Hamburg und Altona und Herstellung von Zeitungs-Wetterkarten überhaupt ... 40
IV. Tägliche Wetter-Prognosen und Verbreitung derselben in Deutschland ... 40
Ergebnisse derselben im Jahre 1887 ... 40
V. Aussergewöhnliche Mittheilungen. Sturmwarnungen ... 40
Anzahl und Datum der von der Deutschen Seewarte ausgegebenen Sturmwarnungs-Signale ... 41
Ergebnisse der im Jahre 1887 von der Seewarte erlassenen Sturmwarnungen ... 41
2. Die eigenen periodischen Veröffentlichungen der Seewarte ... 41
I. Tägliche autographirte Wetter-Berichte der Seewarte ... 41
II. Monatsbericht der Deutschen Seewarte (früher „Monatliche Uebersicht der Witterung") .. 41
III. Monatliche Tabellen der Mittel, Summen und Extreme aus den meteorologischen Aufzeichnungen d. Normal-Beobachtungs-Stationen der Seewarte ... 42
IV. Meteorologisches Jahrbuch nach internationalem Schema, im Vereine mit den übrigen deutschen Instituten und Stationen ... 42
X. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung IV. Chronometer-Prüfungs-Institut ... 42
Inanspruchnahme des Institutes von Seiten der Chronometer-Fabrikanten u. Schiffskapitäne . 42
Die Chronometer-Konkurrenz-Prüfung ... 42
Prüfung der Präzisions-Taschenuhren ... 43
Wissenschaftliche Arbeiten u. Untersuchungen .. 43
Der Bestand der Abtheilung an Apparaten und Modellen ... 44
XI. Ueber die wissenschaftlichen Arbeiten, ausgeführt unabhängig von den einzelnen Abtheilungen. Der Lehrkursus ... 44
Professor Dr. Köppen ... 44
Die Thätigkeit des Hülfsarbeiters des Direktors. 45
Der Zeichner des Institutes ... 46
Die Druckerei ... 47
Der Mechaniker des Institutes ... 47
Der Lehrkursus ... 47
Die wissenschaftlichen Kolloquien ... 48
XII. Literarische Thätigkeit und wissenschaftlicher Verkehr der Seewarte 1887 ... 48

Seite

1. Verzeichniss sämmtlicher Arbeiten, welche als Mittheilungen von der Deutschen Seewarte in den Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, Jahrg. XV (1887) erschienen sind 48
I. Allgemeines ... 48
II. Reisen, Nachrichten über Häfen, Positions-Bestimmungen, Entdeckungen u. s. w. ... 49
IV. Hydrographische Mittheilungen ... 49
V. Meteorologische Mittheilungen ... 50
VI. Instrumenten-Prüfung ... 50
VIII. 56—68. Tabelle der Mittel, Summen und Extreme 50
IX. Vierteljahrs-Wetter-Rundschau der Deutschen Seewarte an der Hand der Täglichen Synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean ... 50
2. Weitere Arbeiten der Seewarte, welche separat erschienen sind oder als Theile anderer Werke. 51
1. Monatsbericht der Deutschen Seewarte für jeden Monat des Jahres 1887 ... 51
2. Täglicher Wetter-Bericht der Deutschen Seewarte ... 51
3. Meteorolog. Beobachtungen in Deutschland an den Normal-Beobachtungs-Stationen u. s. w. im Jahre 1885 51
4. Resultate meteorologischer Beobachtungen für Eingradfelder des Nordatlantischen Ozeans. No. VII. (Quadrat 112) .. 51
5. Deutsche Ueberseeische Meteorologische Beobachtungen ... 51
„Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte" 51
6. No. 1. Jahres-Bericht der Deutschen Seewarte für das Jahr 1887.
7. No. 2. Studien über Luftdruck und Temperatur, von Prof. Dr. Köppen.
8. No. 3. Der Kreislauf der atmosphär. Luft zwischen hohen und niederen Breiten, die Druckvertheilung und mittlere Windrichtung, von M. Möller.
9. No. 4. Die Bahnkurven des Combe'schen Apparates, von Dr. E. Liebenthal. Nebst 3 Figurentafeln.
3. Die Kolloquien in der Deutschen Seewarte 51
4. Beziehungen der Seewarte zu wissenschaftlichen Instituten, Vereinen und Behörden des In- und Auslandes (Ende 1887) ... 51
1. Deutsches Reich ... 51
2—15. Das übrige Europa ... 53—55
16. Amerika ... 55
17. Afrika ... 55
18. Asien ... 55
19. Australien ... 55

Anhang zum Jahres-Berichte der Deutschen Seewarte pro 1887.

Verzeichniss der Geschenke an Büchern, Zeitschriften und Karten, welche die Deutsche Seewarte für ihre Bibliothek in dem Zeitraume vom 1. Januar bis 31. Dezember 1887 erhalten hat.

A. Bücher ... Seite I.
B. Zeitschriften und Zeitungen ... " XIV.
C. Karten ... " XV.

Verzeichniss der im Lesezimmer der Seewarte ausliegenden Zeitschriften:

A. Zeitschriften für Hydrographie und Seewesen ... Seite XVI.
B. Zeitschriften für Meteorologie und Naturwissenschaften ... " XVI.
C. Zeitschriften für Physik und Chemie ... " XVI.
D. Zeitschriften für Erd- und Völkerkunde und Statistik ... " XVII.
E. Zeitschriften für Mathematik und Astronomie ... " XVII.
F. Zeitschriften für Fischerei und Handel, Amtsblätter ... " XVII.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

A. Allgemeiner Bericht.

I. Einleitung.

In dem Berichts-Jahre 1887 wickelte sich die Thätigkeit der Seewarte in der gewohnten Weise und ohne besondere Momente zu bieten, ab. Die Arbeiten nahmen auf den einzelnen Gebieten ungestört ihren Fortgang, so dass auch am Schlusse des Jahres 1887 die Ergebnisse befriedigend waren.

II. Zur Geschichte der Deutschen Seewarte.

1. Allgemeines.

Es gingen im Personale der Seewarte nur wenige Veränderungen vor, keine, die für das wissenschaftliche Leben des Institutes von besonderer Bedeutung waren. Der Mechaniker der Seewarte, Herr Franc von Liechtenstein, welcher den Interessen des Institutes nahezu seit dem Beginne mit seltener Hingabe gedient hatte, und dessen Talent und technischer Fertigkeit dasselbe manchen schönen Apparat verdankt, schied am 15. Oktober aus seiner Stellung aus und folgte einem Rufe nach Berlin als Leiter der Werkstätte der neu begründeten Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg. An seine Stelle trat der Mechaniker M. Zschau, der als Mechaniker und Assistent die Deutsche Expedition im Systeme der internationalen Polarforschung nach Süd-Georgien begleitet hatte.

Die Deutsche Seewarte hat im Laufe des Berichts-Jahres einen herben Verlust zu verzeichnen, indem Se. Magnifizenz, der regierende Bürgermeister von Hamburg Dr. G. Kirchenpauer am 4. März plötzlich verstarb. Herr Bürgermeister Kirchenpauer hat wesentlich mit dazu beigetragen, dass die Deutsche Seewarte in so vollständiger Verfassung in Hamburg eingerichtet worden ist, seinem Verdienste ist es zuzuschreiben, dass sich das neue Dienstgebäude an der Stelle, an welcher es jetzt steht, in so stattlicher Weise erheben konnte. Bis zu seines Lebens Ende bewahrte der edle und hervorragende Mann den Arbeiten des Institutes ein warmes Interesse und blieb demselben ein hoher und einsichtsvoller Gönner. Als Kommissar für die Seewarte eines Hohen Senates der freien und Hansastadt Hamburg hatte er genugsam Gelegenheit, sein Verdienst für die Thätigkeit des Institutes und seine warme Freundschaft für dasselbe zu bekunden. Bei Gelegenheit der Grundsteinlegung des neuen Dienstgebäudes am 15. Juni 1880 sprach er Worte, welche von der hohen Einsicht in das Wesen und Wirken des Institutes Zeugniss ablegen; es sei uns gestattet, an dieser Stelle auf die bei der genannten Gelegenheit von Herrn Bürgermeister Kirchenpauer gehaltene Ansprache hinzuweisen.*) Die Schlussworte derselben kennzeichnen so durchaus die Denkweise des edlen Mannes, dass man sie hier wohl wörtlich anzuführen die Pflicht empfindet. Es heisst dort: „Möge denn die Schifffahrt unverkümmert blühen und gedeihen, möge die Seewarte in kräftigem Wachsen den schnell erkämpften Ruhm bewähren! Möge dieser Bau mit Gottes Hülfe seiner Vollendung glücklich entgegen gehen!“ Indem Herr Bürgermeister Kirchenpauer die drei ersten Hammerschläge that, sprach er die Worte: „Zu Ehren des Reiches! — Zur Förderung der Wissenschaft, zum Nutzen der Schifffahrt!“

Als Senats-Kommissar für die Deutsche Seewarte ist von einem Hohen Senate Herr Senator W. Oswald ernannt worden.

*) Jahres-Bericht III, Seite 24 und 25.

Digitized by Google

2. Wissenschaftliche Konferenzen, welche für die Thätigkeit der Seewarte von Bedeutung waren.

Auf Befehl Sr. Exzellenz des Chefs der Admiralität trat in den ersten Tagen des Monats Juli in dem Konferenzsaale des Institutes unter dem Vorsitze des Direktors desselben die zweite Chronometer-Konferenz zusammen. Es nahmen an derselben Theil die Herren:

Direktor Rümker, als Vorstand der Abtheilung IV, Professor C. Börgen, Vorstand des Kaiserlichen Observatoriums in Wilhelmshaven, und Professor Peters, Vorstand des Chronometer-Instituts der Kaiserl. Marine in Kiel. Als Theilnehmer war zeitweise zugegen Herr Dr. Fineman aus Upsala. Die Verhandlungen der Konferenz knüpften an die Beschlüsse der ersten Chronometer-Konferenz an, welche im Februar 1878 in der Seewarte tagte, — Jahres-Bericht I, Seite 11. Die Ergebnisse der in dem Berichts-Jahre abgehaltenen Chronometer-Konferenz sind in einem besonderen Berichte, welcher der Kaiserl. Admiralität eingereicht worden ist, niedergelegt.

Bei Gelegentheit des VII. Deutschen Geographentages und der allgemeinen Versammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft in Karlsruhe fand im April eine Konferenz der Vorstände Deutscher Meteorologischer Zentralstellen statt, welche sich unter Anderem mit der Frage über Zweckmässigkeit der Fortsetzung der Veröffentlichung: „Deutsche Meteorologische Beobachtungen“ zu befassen hatte. Die diesbezüglichen Beschlüsse sind dahin zusammenzufassen, dass zwar diese Veröffentlichung vom Jahre 1887 an nicht mehr in der bisherigen Form, aber doch so zu erfolgen habe, dass das internationale Schema gewahrt bleibe und die Zusammengehörigkeit der Veröffentlichungen der einzelnen Zentralstellen durch einen gemeinsamen entsprechenden Titel, wie „Deutsches Meteorologisches Jahrbuch“ bekundet werde. Ueber die Verhandlungen dieser Konferenz, welche unter dem Vorsitze des Herrn Prof. Dr. W. von Bezold, Direktors des Königl. Preuss. Meteorologischen Institutes, statthatte, liegen Protokolle vor.

3. Besuche auf der Zentralstelle zu Zwecken des Studiums und der Besichtigung der Einrichtungen etc.

Auch in dem Berichts-Jahre wurde das Institut durch zahlreiche Besuche von nah und fern geehrt. Wir nennen darunter nur die folgenden:

Professor Adolph Lindner von Assuncion (Paraguay); Franke, Montevideo; W. Zenker, Dr., Berlin; Lieutenant zur See Wislicenus, Kiel; Se. Exzellenz Ministerresident Krüger, Berlin; Reichstags-Abgeordneter Adolph Woermann, Hamburg; Se. Magnifizenz, Bürgermeister Hayn, Hamburg; Dr. Edmund Naumann, München; Oberbaudirektor Max v. Siebert, München; Königl. Ober-Regierungsrath Schmidtkonz, München; Geheimrath Professor Schloemilch, Dresden; Kapitän zur See Karcher, Wilhelmshaven; Korvetten-Kapitän Geisler, Kommandant Sr. M. S. „Falke“; Korvetten-Kapitän v. Rosen, Wilhelmshaven; Kapitän-Lieutenants Herrmann-Wilhelmshaven, Graetschel-Lehe, Hüpeden-Wilhelmshaven; Direktor der Gaswerke Schneider von Breslau; Professor Dr. W. Abendroth, Dresden; Mr. E. Douglas Archibald, Turnbridge Wells; Mr. Harries, Meteorological Office, London; Mr. G. W. H. Hutchinson, Trinity Hall, Cambridge; Dr. P. Bergholz, Bremen; Oberbaurath und Professor Haenel. Stuttgart; Geheimrath Hardeck, Karlsruhe; Wirkl. Geh. Admiralitätsrath Richter, Berlin; W. Herrmann, Kaufmann, Görlitz; Frau Friederike Gräfin Prokesch-Osten (geb. Gossmann), Gmunden; Wirkl. Admiralitätsrath Vogeler, Berlin; die Professoren L. Weber, Breslau; Spörer, Potsdam; E. Schönfeld, Geheimrath, Bonn; Auwers, Geheimrath, Berlin; L.Schütz, Trier; Seeliger, Direktor der Sternwarte, München; Direktor E. Gautier, Genf; Wirkl. Geh. Oberregierungsrath Wendt, Berlin; Regierungsrath von Lüpke, Stade; Regierungs-Assessor von Sydow, Schleswig; Geheimer Ober-Postrath Massmann, Berlin; A. Friederichs, Kaufmann, Deli (Sumatra); Professor Dr. v. Voit, München; Dr. Adolph Steinheil, München; Professor F. Geselschap, Berlin, u. A. m.

Am 2. August besuchte eine grössere Anzahl Mitglieder des Deutschen Geometer-Vereins unter der Führung des derzeitigen Vereins-Direktors L. Winckl die Seewarte.

Am 16. August beehrte Se. Königliche Hoheit Prinz Ludwig von Bayern die Deutsche Seewarte mit einem Besuche und besichtigte deren Einrichtungen in allen Theilen. In der Begleitung Sr. Königlichen Hoheit befanden sich Se. Exz. Graf Lerchenfeld, bayerischer Gesandter in Berlin, und die Herren Haupt-

Digitized by Google

mann Mann, Lieutenant Frh. v. Rotenhan und der Königl. bayerische General-Konsul in Hamburg, Herr Dollmann.

Wie in den früheren Jahren, so hielten sich auch im Berichts-Jahre einzelne Gelehrte zu speziellen Studien längere Zeit an der Seewarte auf. Es seien hier nur genannt die Herren: Dr. Fineman aus Upsala, Dr. Forstén aus Helsingfors, Prof. Dr. Abendroth, Dresden, Adolph Krebs, Frankfurt a. M., Prof. Upton von den Verein. Staaten, Mr. Rotche, Blue Hill (Boston).

III. Einrichtungen der Deutschen Seewarte.

1. Einrichtung der Zentralstelle.

Im Laufe des Berichts-Jahres hatte sich mit Bestimmtheit ergeben, dass der bisher für die Druckerei und den Combe'schen Apparat in Gebrauch gewesene 2pferdekräftige Gasmotor nicht mehr genügte, namentlich nicht hinsichtlich des Combe'schen Apparates. Im Laufe des Sommer-Halbjahres wurde dieser Motor entfernt und durch einen anderen 4pferdekräftigen aus derselben Fabrik von Otto in Deutz ersetzt. Durch diese Veränderung wurde es dahin gebracht, dass die Bewegungen des Combe'schen Apparates bedeutend gleichmässiger wurden und bis zu 24 m pro Sekunde gesteigert werden konnten.

2. Nebenstellen der Seewarte und deren Einrichtungen.

Mit Rücksicht auf diesen Abschnitt rufen wir das in Erinnerung zurück, was im letzten Jahres-Berichte, Seite 4 und 5, über die Erweiterung der Nebenstellen gesagt worden ist. Besonders muss jedoch hervorgehoben werden, dass es sich im Laufe des Berichts-Jahres als unabweisbar erwies, die Hauptagentur von Swinemünde nach Stettin zu verlegen, und zwar waren dabei in erster Linie bestimmend die Interessen der Bestimmung der Deviation und der Kompass-Aufstellung an Bord eiserner Schiffe. Die grosse Entfernung von Swinemünde von Stettin und Bredow, an welch' letzteren Orten die Anforderungen an die Seewarte bezüglich der genannten Untersuchungen am häufigsten gestellt werden mussten, liess die bezeichnete Verlegung — wie schon gesagt — als unabweisbar erscheinen. Es musste in Folge davon die Normal-Beobachtungs-Station in Swinemünde, da das Verbleiben derselben an der Stelle, wo sie bereits 12 Jahre in Thätigkeit war, durchaus rathsam erschien, von der Hauptagentur getrennt werden. Für die Verwaltung der letzteren Zweigstelle wurde der bisherige Vorsteher, Kapitän Willert, in's Auge gefasst, während die Normal-Beobachtungs-Station vom 1. Oktober dem Bureau-Assistenten beim Schifffahrtsamte Fratzke übertragen worden ist.

IV. Das Personal der Zentralstelle und der Nebenstellen.

Die Korrespondenten der Seewarte.

Am Schlusse des Jahres 1887 war der Personalstand der folgende:

a) Personal der Zentralstelle.

Direktor:	Professor Dr. G. Neumayer	seit dem	13. Januar	1876.
Abtheilungs-Vorsteher, Meteorologe:	Professor Dr. W. Köppen	=	1. April	1879, bis dahin Vorsteher der Abtheilung III.
Hülfsarbeiter des Direktors:	Dr. E. Duderstadt	seit dem	1. Oktober	1885.
Sekretär und Bureauvorstand:	O. Heydrich	=	1. April	1882.
Sekretär u. Registrator, mit der Wahrnehmung der Bibliothekar-Geschäfte beauftragt:	C. Koch	=	1. Februar	1875.

Digitized by Google

Registrator: ..... B. Kruse ..... seit dem 15. Juni .... 1878.
Registrator: ..... H. Schwandt ..... = = 1. Juli ..... 1883.
Kanzlist: ..... F. Rosenberg ..... = = 1. Januar .. 1876.
Zeichner: ..... H. Denys ..... = = 1. April ... 1877.
Mechaniker: ..... Fr. v. Liechtenstein ... = = 1. April ... 1877,
schied am 15. Oktober aus dieser Stellung zur Uebernahme der Werkstatt-Vorsteher-Stelle bei der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin. Für den Ausgeschiedenen trat am 1. Dezember der Mechaniker Max Zschau ein.
Bureaudiener: ..... W. Böker ..... seit dem 1. Februar. 1875.
do. ..... A. Grumm ..... = = 15. Juni 1885,
vom 1. Dezember 1885 ab angestellt.
Portier und Hauswart: ..... F. Kaiser ..... seit dem 1. Januar.. 1885,
vom 1. Juli 1885 ab angestellt.

Abtheilung I.

Vorsteher: ..... Kapitän L. Dinklage .. seit dem 1. Juni .... 1880.
Assistent: ..... = H. Haltermann = = 1. Juli ..... 1880.
Hülfsarbeiter: ..... = F. Hegemann . = = 4. April ... 1875.
do. ..... = H. Pust ..... = = 13. März ... 1878,
bis dahin von 1875 ab Vorsteher der Hauptagentur in Swinemünde.
do. ..... Ingenieur J. Sieveking . seit dem 1. April ... 1882.

Abtheilung II.

Vorsteher: ..... Kapitän K. Koldewey .. seit dem 1. Januar.. 1875.
Assistent: ..... H. Eylert ..... = = 1. April ... 1880,
seit 1875 Hülfsarbeiter, gleichzeitig Hauptlehrer des Navigationslehrer-Kursus.
Hülfsarbeiter: ..... A. Lauenstein ..... seit dem 1. April ... 1878.
do. ..... Dr. L. Ambronn ..... = = 1. Novbr... 1880.

Abtheilung III.

Vorsteher: ..... Dr. J. van Bebber .... seit dem 1. April ... 1879.
Assistent: ..... Dr. E. Herrmann ..... = = 1. April ... 1886.
Hülfsarbeiter: ..... Kapitän E. Preller .... = = 1. Novbr... 1880.
do. ..... = C. Seemann... = = 1. April ... 1882.
do. ..... = W. Bardua ... = = 1. Juni ... 1886.
do. ..... Dr. L. Grossmann ..... = = 5. Juli .... 1886.
do. Telegraphist ..... F. Höver ..... = = 1. Juli .... 1884.

Abtheilung IV.

Vorsteher: .... G. Rümker, Direktor der Sternwarte zu Hamburg, seit dem 1. Januar.. 1876.
Hülfsarbeiter: Dr. C. Stechert ..... = = 1. Juni .... 1886.
Bureaudiener: O. Schultz ..... = = 22. Juli 1877,
vom 1. April 1881 ab angestellt.

Ausser diesen Angestellten der Seewarte waren an der Zentralstelle noch zeitweise thätig zur eigenen Fortbildung die Herren: Fineman, Forstén, Krebs, von Hasenkamp, Meissner (Göttingen), Kapitän Willert, Steuermann Leyboldt und u. a. m.

Ferner wurde gegen besondere Entschädigung der Zeichner K. Fehse beschäftigt, während bei der lithographischen Presse der Drucker Senne, der Gehülfe Rossau, der Schleifer Gülzow, der Handlanger Leo, und nach Ausscheiden des letzteren, der Handlanger Lütgens thätig waren.

Digitized by Google

Besondere Veränderungen sind bei dem Personale der Zentralstelle im Laufe des Berichts-Jahres, wie schon erwähnt, nicht vorgekommen, nur der Mechaniker Fr. von Liechtenstein schied am 15. Oktober aus seiner bisherigen Stellung am Institut, um die Werkstatt-Vorsteher-Stelle bei der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin zu übernehmen. An seine Stelle trat am 1. Dezember der Mechaniker M. Zschau.

b) Personal der Hauptagenturen und Agenturen.

1) Neufahrwasser: Hauptagentur, Vorsteher Obersteuermann a. D. Lothes, vom Beginne an.
2) Swinemünde: Hauptagentur, Vorsteher Kapitän Willert, vom 1. Oktober 1880 an. Am 1. Oktober d. J. wurde die Hauptagentur von der Normal-Beobachtungs-Station getrennt, und nach Stettin verlegt.
3) Bremerhaven: Hauptagentur, Vorsteher Kapitän Gutkese, vom 1. September 1875 an.
4) Memel: Lootsen-Kommandeur Krueger, vom 1. Mai 1877 an.
5) Pillau: Navigationslehrer Janssen, vom 1. Januar 1886 an.
6) Barth: Navigationslehrer Skalweit, vom 1. Oktober 1879 an.
7) Wustrow: Navigationslehrer Brandes und Reimer, vom 20. November 1880 an.
8) Rostock: Navigations-Schul-Direktor Dr. Wiese, vom 27. August 1877 an.
9) Lübeck: Navigationslehrer Schulze, vom 1. Januar 1887 an.
10) Flensburg: Navigationslehrer Pheiffer, vom Beginne an.
11) Hamburg: Kapitän Meier, vom 16. April 1882 an.
12) Brake: Hafenmeister Zedelius, vom Beginne an.
13) Elsfleth: Navigations-Schul-Direktor Dr. Behrmann, vom Beginne an.
14) Emden: Navigationslehrer Kruse vom Beginne an.

c) Personal der Normal-Beobachtungs- und Ergänzungs-Stationen der Seewarte.

15) Memel: Lehrer Elwenspök, seit dem 1. Mai 1877.
16) Neufahrwasser: Mit der Hauptagentur vereinigt (siehe unter *b* 1).
17) Rügenwaldermünde: Ergänzungs-Station, Seelootse Brandhoff, seit dem 1. April 1882.
18) Swinemünde: Mit der Hauptagentur vereinigt bis zum 1. Oktober (siehe unter *b* 2). Von da ab getrennt von ersterer, Bureau-Assistent beim Schifffahrtsamte Fratzke.
19) Wustrow: Mit der Agentur seit dem 1. Juli 1878 vereinigt (siehe unter *b* 7).
20) Kiel: Direktor der Königl. Sternwarte zu Kiel.
21) Keitum auf Sylt: Schiffskapitän Chr. Lorenzen, seit Beginn.
22) Kuxhaven: Ergänzungs-Station, Hafenmeister Polack, seit Beginn.
23) Wilhelmshaven: Prof. Dr. Börgen, Vorstand des Kaiserl. Observatoriums, seit dem 1. Januar 1876.
24) Borkum: Hôtelbesitzer Köhler, seit dem 1. Mai 1883.

d) Personal der Signalstellen der Seewarte.

25) Memel: Vereinigt mit der Agentur (siehe *b* 4).
26) Brüsterort: Oberfeuerwärter Klang und Wärter Starck, seit Beginn bezw. vom 1. Oktober 1886 an.
27) Pillau: Lootsen-Kommandeur Classen, seit Beginn. Der Genannte schied am 1. Oktober 1887 aus und trat an seine Stelle der Lootsen-Kommandeur Köthner.
28) Neufahrwasser: Vereinigt mit der Hauptagentur (siehe *b* 1).
29) Hela: Leuchtfeuerwärter Kamrath, seit 1. März 1880.
30) Rixhöft: Oberfeuerwärter Gruebner, seit dem 1. Juni 1877.
31) Leba: Schiffskapitän Zuchors, seit dem 1. Juni 1884.
32) Stolpmünde: Oberlootse Krause, seit dem 1. April 1885.
33) Rügenwaldermünde: Seelootse Brandhoff, seit Beginn.
34) Kolbergermünde: Oberlootse Maass, seit 1. März 1886. Derselbe starb am 17. Oktober 1887, von welchem Tage ab der Seelootse Block die Signalstelle vertretungsweise verwaltete.
35) Swinemünde: Am 1. Oktober 1887 von der Hauptagentur abgezweigt, wurde die Verwaltung der Signalstelle dem Oberlootsen Luck übertragen (siehe *b* 2).

Digitized by Google

36) Ahlbeck: Strandvogt Malzahn, seit Beginn.
37) Greifswalder Oie: Leuchtfeuerwärter Stoldt, seit dem 1. Juli 1886.
38) Thiessow: Oberlootse Darm, seit dem 1. Januar 1885.
39) Arkona: Leuchtthurmwärter a. D. Schilling, seit Beginn.
40) Wittower Posthaus: Oberlootse Krull, vom Beginne bis 30. April 1886, an welchem Tage der Genannte aus seiner bisherigen Stellung schied. Die Verwaltung der Signalstelle übernahm der Oberlootse Deters vom 1. Mai 1887 ab.
41) Stralsund: Hafenmeister Mohr, seit dem 1. Juli 1882.
42) Darsserort: Leuchtthurmwärter Fabritz und Besch, seit Beginn.
43) Warnemünde: Lootsen-Kommandeur Jantzen, seit Beginn.
44) Wismar: Hafenmeister Ehlers, seit Beginn.
45) Travemünde: A. F. Gosselmann, seit Beginn.
46) Marienleuchte: Feuermeister Schwennen, seit Beginn.
47) Friedrichsort: Kantor Matz, seit Beginn.
48) Schleimünde: Leuchtfeuerwärter Dehn, sei dem 1. Januar 1882.
49) Aarösund: Leuchtfeuer-Aufseher Wege, seit dem 1. Dezember 1879.
50) Flensburg: Vereinigt mit der Agentur (siehe *b* 10).
51) Keitum auf Sylt: Vereinigt mit der Normal-Beobachtungs-Station (siehe *c* 21).
52) Tönning: Schiffsmakler Zerssen & Co., seit dem 1. November 1878.
53) Altona: Hafenmeister Teschner, seit Beginn.
54) Hamburg: Bis zum 30. September 1887 mit der Zentralstelle vereinigt, vom 1. Oktober 1887 an Kapitän Meier (siehe *b* 11).
55) Brunshausen: Schiffsprovianteur Riebe, seit Beginn.
56) Glückstadt: Schleusenmeister Hesterberg, seit dem 1. Oktober 1880.
57) Kuxhaven: Mit der Ergänzungs-Station vereinigt (siehe *c* 22). Vom 1. August 1884 ab, nach Errichtung eines Semaphors, auch Semaphor-Station.
58) Neuwerk: Lampenwärter Berg und Fetter, seit dem 1. November 1883.
59) Geestemünde: Hafenmeister von Bülow, seit dem 4. Februar 1877.
60) Bremerhaven: Bauschreiber Landskron, seit dem 1. Juli 1885.
61) Brake: Mit der Agentur vereinigt (siehe *b* 12).
62) Weserleuchtthurm: Die Leuchtthurmwärter, seit Beginn.
63) Wilhelmshaven: Schleusenmeister Scheibler, seit Beginn.
64) Schillighörn: Leuchtthurmwärter Rhein und Leuchtthurmwärter-Gehülfe Maass, seit dem 1. Novbr. 1883.
65) Wangerooge: Telegraphist Popken, seit dem 1. April 1883.
66) Karolinensiel: Hafenmeister Hook, seit dem 1. Oktober 1884.
67) Norderney: Grenzaufseher Schomburg, seit Beginn.
68) Borkum: Mit der Normal-Beobachtungs-Station vereinigt (siehe *c* 24).
69) Nesserland-Emden: Schleusenmeister W. de Haan, seit dem 1. April 1885.

e) Die Mitarbeiter und Korrespondenten der Deutschen Seewarte auf dem Festlande.

Im Laufe des Berichts-Jahres sind besondere Veränderungen hinsichtlich der Mitarbeiter und Korrespondenten der Deutschen Seewarte auf dem Festlande nicht zu verzeichnen.

Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass einer der treuesten Korrespondenten, welcher vom Beginne an die Arbeiten der Seewarte unterstützt hat, mit Tode abgegangen ist. Es starb nämlich am 17. Oktober der Direktor der Königlichen Sternwarte in Königsberg in Preussen, Herr Prof. Dr. Luther. Die durch den Tod dieses verdienstvollen Gelehrten verursachten Aenderungen in der Eintheilung der meteorologischen Arbeit in Königsberg hatten auch auf die Einrichtungen der Seewarte einigen Einfluss, von welchem jedoch erst im nächsten Jahres-Berichte die Rede sein kann.

f) Die Mitarbeiter der Seewarte zur See.

Es wurde in dem Jahres-Berichte IX, Seite 8—11, ein Verzeichniss aller derjenigen Mitarbeiter der Seewarte zur See zum Abdruck gebracht, welche seit dem 1. Januar 1875 bis zum 31. Dezember 1884

Digitized by Google

Meteorologische Journale bei der Seewarte eingeliefert haben. Die darauf folgenden 3 Jahre, für welche das Berichts-Jahr den Abschluss bildet, können in gleicher Weise wie die früheren Jahre als ausserordentlich günstig für die Förderung meteorologischer Arbeit zur See bezeichnet werden und würde es nur gerecht sein, auch an dieser Stelle ein Verzeichniss der Mitarbeiter zur See zum Abdrucke zu bringen. Aus Gründen, deren Darlegung hier zu weit führen würde, nimmt die Direktion Abstand von einer Aufzählung der einzelnen Kapitäne, welche Meteorologische Journale eingeliefert haben, indem sie sich Solches für den nächstjährigen Jahres-Bericht vorbehält.

V. Allgemeines

über die Verwaltung, das Kassenwesen und die Registratur der Seewarte, die Inspizirung der Nebenstellen.

a) Verwaltung und Registratur.

Die Verwaltungs-Geschäfte, wie auch im Besonderen der Kassenverkehr haben im Berichts-Jahre eine wesentliche Aenderung nicht erfahren.

Das Kassen-Journal ergiebt an Einnahme 184 und an Ausgaben 887 Buchungen.

Das Korrespondenz-Journal weist — abgesehen von den Eingängen an Beobachtungs-Material, Geschäfts-Zirkularen, Preis-Couranten, Offerten, Prospekten etc. — den Eingang von 3458 Schriftstücken nach, von welchen 1275 Nummern allein von der Verwaltung zu bearbeiten waren.

Der Monats-Bericht der Seewarte — früher Monatliche Uebersicht der Witterung — wurde allmonatlich in 230 Exemplaren an inländische und in 130 Exemplaren an ausländische Institute, Behörden, Individuen etc. versandt, während von sonstigen Publikationen — der vierteljährliche Vertrieb von 100 Exempl. der täglichen synoptischen Wetterkarten über den atlantischen Ozean nicht mitgerechnet — 1410 Sendungen an 890 Adressen zur Vertheilung kamen, wozu noch die periodisch sich wiederholenden gewöhnlichen Postsendungen an die Nebenstellen der Seewarte etc. traten. Die Buchführung und Verwaltung der von der Seewarte herausgegebenen Druckschriften nahm begreiflicherweise nicht unerheblich die Zeit des Verwaltungs-Personals in Anspruch.

Die alljährlich vorzunehmende unvermuthete Kassen-Revision fand in Verbindung mit der Revision der Inventarien- und Bibliothek-Bestände in der Zeit vom 26. Mai bis 8. Juni 1887 durch den Deputirten der Kaiserlichen Admiralität, Herrn Geheimen Rechnungsrath Bütow statt.

Die Revision der Inventarien-Bestände der Seewarte bei den Hauptagenturen in Neufahrwasser und Swinemünde wurde in der zweiten Hälfte des Monats Juli 1887 durch den Verwaltungs-Beamten, expedirenden Sekretär O. Heydrich, ausgeführt.

b) Inspizirung der Nebenstellen zu technischen Zwecken.

Da in den letzten Jahren die Revisionen der Nebenstellen der Seewarte zu technischen Zwecken ziemlich regelmässig ausgeführt worden sind, so konnte in dem Berichts-Jahre dieser Theil der Thätigkeit der Beamten der Zentralstelle auf ein Minimum beschränkt werden, zumal sich in dem regelmässigen Beobachtungsdienst keinerlei Unzuträglichkeiten zeigten, die eine unmittelbare Abhülfe erfordert hätten. Ueberdies erschien es der Direktion zweckmässig, im Interesse einer genaueren Untersuchung der magnetischen Verhältnisse an den deutschen Küsten mehrere Reisen anzuordnen, bei welchen Gelegenheiten auch den Einrichtungen an den Zweigorganen der Seewarte die wünschenswerthe Aufmerksamkeit gewidmet werden konnte. Unter anderen führte der Direktor im Monate Juni eine solche Beobachtungsreise aus an der unteren Elbe und unteren Weser, sowie Ende September und Anfang Oktober eine ähnliche Reise nach Swinemünde, bei welcher Gelegenheit derselbe von dem persönlichen Hülfsarbeiter Dr. Duderstadt begleitet war. Es wurde auf der letzteren Reise auch Berlin berührt und die magnetischen Elemente an derselben Stelle (bei den Rehbergen) bestimmt, wo im Jahre 1874 durch Dr. Neumayer Bestimmungen ähnlicher Art stattgefunden hatten.

Im Monat Juli bereiste der Hülfsarbeiter Dr. Grossmann die Stationen der Seewarte im Westen und erstattete über den Zustand der betreffenden Einrichtungen eingehenden Bericht an die Direktion.

Digitized by Google

VI. Die Bibliothek und Kartensammlung.

Die Vermehrung der Bibliothek und Kartensammlung im Laufe des Berichts-Jahres 1887 lässt sich dahin präzisiren, dass im Ganzen 805 Nummern zu den betreffenden Beständen hinzugetreten sind. Es kommen davon auf Bücher 785 und auf Karten 20 Nummern. Unter den Zugängen befinden sich als Geschenke 574 Bücher und 6 Karten, über welche im Anhange zu diesem Berichte spezielle Quittung geleistet werden wird. Von den Geschenken mag hier besonders eine Sammlung von Werken hervorgehoben werden, welche der Seewarte aus der Bibliothek des in der Krimm verstorbenen russischen Staatsrathes v. Köppen durch Vermittelung seines Sohnes, des Abtheilungs-Vorstehers und Meteorologen der Seewarte, Herrn Prof. Dr. W. Köppen, zufloss. Die Direktion versäumt nicht, der Familie für diese werthvolle Gabe, über welche gleichfalls im Anhange im Einzelnen Bericht erstattet werden wird, den verbindlichsten Dank auszusprechen.

Die Benutzung der Bibliothek und Kartensammlung, sowie auch die des Lesezimmers Seitens der Beamten des Institutes und namentlich durch Gelehrte Hamburg-Altona's war recht bedeutend. Die Steigerung, welche in dieser Hinsicht von Jahr zu Jahr zu konstatiren ist, machte sich auch im Berichts-Jahre bemerkbar.

Für längere Zeit arbeiteten in der Blibliothek die Herren Prof. Dr. Wojeikoff aus St. Petersburg, Dr. Widt aus Lemberg, Kandidat Fischer aus Leipzig, Dr. H. Meyer aus Göttingen, Dr. Fineman aus Upsala, Prof. Abendroth aus Dresden, Kandidat Süring aus Hamburg und Magister Forstén aus Helsingfors, letzterer während des Berichts-Jahres von Anfang Juni an.

Ein Verzeichniss der im Lesezimmer ausliegenden Zeitschriften ist im Anhange zu diesem Berichte enthalten und sei es gestattet, an dieser Stelle bezüglich der Einzelheiten der in dem Lesezimmer der Seewarte zur Auslage gelangten periodischen Litteratur darauf zu verweisen.

Aus der Verwaltung und dem Geschäftskreise der Bibliothek sowie der Kartensammlung sei bemerkt, dass die Seitens der Kaiserlichen Admiralität angeordnete Bezeichnung der Bücher durch Rückenschilder, mit welcher im vorigen Jahre begonnen wurde, durchgeführt worden ist, so dass am Schlusse des Jahres die sämmtlichen Bände damit versehen waren. Eine Erneuerung des Einbandes, namentlich von solchen Werken, welche aus der Dove'schen Bibliothek herstammen, wurde gleichzeitig bei den Abschnitten Astronomie, Mathematik, Geodäsie, Geologie, Geognosie, Mineralogie und Chemie zur Ausführung gebracht. Die weitere Erneuerung der Einbände wird successive in dem Maasse erfolgen, als die Geldmittel dafür zur Verfügung gestellt werden können.

Eine Revision einzelner Theile der Bibliothek fand Seitens des Direktors in dem Kalenderjahre vom 15. März ab statt, während durch den Deputirten der Kaiserlichen Admiralität, Herrn Geheimen Rechnungsrath Bütow, in den ersten Tagen des Monats Juni der Hauptkatalog in Bezug auf die während des Etatsjahres stattgefundenen Ankäufe geprüft wurde.

Eine weitere, von der Kaiserlichen Admiralität vorbehaltene Revision des Hauptkataloges von dem Bestehen der Deutschen Seewarte, also vom Jahre 1875 an bis zum Dezember des Berichts-Jahres, wurde durch denselben Deputirten in der Zeit vom 1. bis 9. Dezember zur Ausführung gebracht. Es mag hier in Erinnerung gebracht werden, was bei verschiedenen Gelegenheiten und in verschiedenen Jahres-Berichten schon zur Genüge hervorgehoben worden ist, dass die Uebergabe der umfassenden Bibliothek des Geheimen Regierungsrathes Dove an die Direktion der Seewarte nicht auf Grund authentischer Verzeichnisse (Kataloge), weil diese nicht vorhanden waren, in solcher Weise erfolgen konnte, dass ein rechnerischer Nachweis in strengster Weise an der Hand derselben zu führen möglich gewesen wäre. Es wurde bei Gelegenheit der Revision durch den Geheimen Rechnungsrath Herrn Bütow das umfangreiche Material, bestehend aus den auf Grund des Bücher-Verzeichnisses über die von der Norddeutschen Seewarte übernommenen Bücher und Karten, sowie auf Grund des mit der Dove'schen Bibliothek überkommenen Privat-Kataloges angefertigten Bücher-Inventarien — einschliesslich der für die verschiedenen Jahre vorhandenen und im Drucke vorliegenden Geschenke-Kataloge — geprüft und gesichtet, sowie die Einnahme-Nachweisungen über die während der Jahre 1875—1881 zum Ankaufe gelangten Bücher und Karten revidirt.

Digitized by Google

Indem die Direktion wiederum hier ihren verbindlichsten Dank für die der Bibliothek des Instituts von den Schwester-Instituten und den Behörden auch in diesem Jahre zugewendete Theilnahme ausspricht, gestattet sich dieselbe die Bitte hinzuzufügen, dass ihr dieselbe auch fernerhin erhalten bleiben möge.

Zusendungen haben gefälligst unter der Adresse:

An die Direktion der Deutschen Seewarte in Hamburg

zu erfolgen.

B. Spezial-Berichte

über die Thätigkeit der einzelnen Abtheilungen und ihre Arbeiten.

VII. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung I.

Maritime Meteorologie.

Stand der maritim-meteorologischen Arbeit an der Deutschen Seewarte.

Die Direktion konstatirt mit besonderer Befriedigung, dass unerachtet der ungünstigen Lage, in welcher sich die Schifffahrt, und im Besonderen die Segel-Schifffahrt im Laufe des Berichts-Jahres befand, die maritim-meteorologischen Arbeiten — wie aus dem Nachfolgenden hervorgehen wird — Seitens der Schiffsführer, Steuerleute u. s. w. die thatkräftigste Unterstützung erfahren haben. Sie glaubt daraus mit einiger Berechtigung folgern zu können, dass ein Verständniss der Arbeiten der Deutschen Seewarte auf diesem Gebiete und eine Würdigung der Leistung des Institutes von Jahr zu Jahr tiefere Wurzeln fasst und mehr und mehr in die Schichten der praktischen Seeleute eindringt.

Das Beobachtungs-Material. Führen wir das soeben Gesagte im Einzelnen aus, so tritt der Erfolg des maritim-meteorologischen Beobachtungs-Systemes der Seewarte noch bestimmter hervor. Es war nämlich der Eingang an Beobachtungs-Material innerhalb der in Frage stehenden Periode erheblich grösser als in irgend einem vorhergehenden Jahre, was allerdings zu einem Theile auf die Beiträge Seitens der Kaiserlichen Marine und die vom Feuerschiffe „Adlergrund“ eingelieferten Meteorologischen Journale zurückzuführen ist.

Es setzt sich nämlich das Gesammt-Material, wie folgt, zusammen:

		Beobachtungszeit			Beobachtungssätze
für die 169	vollständigen Journale der Kriegs-Marine zu	909 Mon.	13	Tg.	= 166,420
„ „ 403	„ „ „ Handels-Marine „	1563 „	28	„	= 286,200
„ „ 2	Journale vom Feuerschiffe „Adlergrund“	7 „	22	„	= 1,420
„ „ 254	Auszugs-Journale „	196 „	28	„	= 12,010
	im Ganzen	2678 Mon.	1	Tg.	= 466,050.

Wie schon bemerkt, entfällt ein Theil dieser ganz erheblichen Zunahme auf die Beiträge, welche Seitens der Kaiserlichen Kriegs-Marine in dem Berichts-Jahre der Seewarte zugingen, was sich wiederum daraus ergiebt, dass sich eine erhebliche Anzahl von Journalen der Kriegs-Marine im Laufe mehrerer Jahre angesammelt hatte und jetzt erst zur Einlieferung gelangte. Indessen zeigten auch die Eingänge von Journalen der Handels-Marine — wie schon Eingangs hervorgehoben — eine sehr erhebliche Vermehrung gegen frühere Jahre. Es muss als besonders beachtenswerth hervorgehoben werden, dass die Güte des eingelieferten Materials sich nicht nur stets auf der gleichen Höhe erhielt, sondern sich sichtbar von Jahr zu Jahr steigerte. Es kann sonach mit aller Bestimmtheit ausgesprochen werden, dass das bei der Seewarte einlaufende meteorologische Material durchaus von vorzüglicher Güte ist.

An dieser Stelle mag es gestattet sein, eine kurze Zusammenstellung über das während der Zeit seit dem Bestehen der Deutschen Seewarte eingegangene meteorologische Material zu geben, aus welcher sich die fast ununterbrochene Steigerung der Theilnahme deutscher Seeleute an der maritim-meteorologischen Arbeit, namentlich aber die ganz ungewöhnliche Thätigkeit nach dieser Richtung im Laufe des Berichts-Jahres ergiebt.

Digitized by Google

Es gingen in der bezeichneten Periode an Beobachtungssätzen ein:

1875—1878	während	3496	Monaten	an	Beobachtungssätzen	709205
1879	„	1104	„	„	„	181950
1880	„	1538	„	„	„	261700
1881	„	1484	„	„	„	251200
1882	„	1722	„	„	„	293440
1883	„	1820	„	„	„	309700
1884	„	1770	„	„	„	299900
1885	„	1786	„	„	„	292200
1886	„	1698	„	„	„	280460
1887	„	2678	„	„	„	466050

In den Jahren 1875—1887 während 19096 Monaten an Beobachtungssätzen 3345805.

Am 1. Januar 1888 befanden sich in dem Archiv der Abtheilung I der Seewarte in den vollständigen Meteorolog. Journalen oder in den Auszugs-Journalen an Beobachtungssätzen 4026870 an Maritim-Metorolog. Material, wenn zu den obigen Zahlen die Ergebnisse der Thätigkeit der früheren Norddeutschen Seewarte auf diesem Gebiete und jene aus einer Anzahl älterer Meteorolog. Journale hinzugefügt werden. Die Anzahl der Beobachtungssätze belief sich in den Jahren 1868—1874 (Norddeutsche Seewarte) auf 681065. Wir werden im weiteren Verlaufe sehen, dass zu diesem erheblichen Material, welches sich in dem Archiv der Abtheilung I befindet, noch eine nicht unbeträchtliche Quote an in den letzten Jahren zusammengetragenem Beobachtungs-Materiale tritt, welches nicht lediglich der maritim-meteorologischen Arbeit im engeren Sinne entstammt.

Wenn wir die Durchschnittszahl der Beobachtungssätze pro Jahr für einzelne Perioden berechnen, so ergeben sich folgende Werthe:

für die Periode	1868—1874.....	97295	Beobachtungssätze,	
„ „ „	1875—1878.....	177301	„	
„ „ „	1879—1882.....	247072	„	
„ „ „	1883—1887.....	329662	„	

woraus sich zur Genüge die Steigerung der Theilnahme an den Arbeiten der Seewarte ergiebt, während andererseits daraus hervorgeht, dass in dem Berichts-Jahre mit 466050 Beobachtungssätzen selbst der Durchschnitt der letzten 5 Jahre um 136388 Beobachtungssätze überschritten wird.

In den früheren Jahres-Berichten wurde berichtet, dass von der Abtheilung I auch die 6 Beobachtungs-Stationen in Labrador und die Stationen in Walfisch-Bay ressortirten; dieselben funktionirten in dem Berichts-Jahre ununterbrochen fort, während von der mit der Seewarte in Verbindung stehenden meteorologischen Station in Kamerun seit Oktober 1886 Beobachtungen nicht mehr eingingen.

An meteorologischen Beobachtungen von überseeischen Landstationen gingen ferner ein: 1 Journal von Punta Arenas in der Maghellans-Strasse mit 5 Monaten 12 Tagen Beobachtungszeit = 330 Beobachtungssätzen; von Labrador die Beobachtungs-Tabellen von 6 Stationen für die Zeit vom Herbst 1886 bis Sommer 1887, zum Theil auch noch für die vorhergehende Zeit, im Ganzen enthaltend 81 Monate Beobachtungszeit = 7390 Beobachtungssätzen, Tabellen der Station in Walfish-Bay, umfassend 22 Monate Zeit = 2010 Beobachtungssätzen; ausserdem Beobachtungs-Tabellen, umfassend 21 Monate Zeit = 1280 Sätzen von Puerto Cabello.

Fügt man die Zahlen des hier im Einzelnen angeführten Materials zu denen, die oben für das Berichts-Jahr angegeben worden sind, hinzu, so ergiebt sich, dass das ganze während desselben in der Abtheilung I gesammelte Beobachtungs-Material umfasst 2807 Monate 12 Tage Beobachtungszeit oder 477000 Beobachtungssätze gegen 1698 Monate 7 Tage oder 280460 Sätze im Vorjahre (s. Jahres-Bericht IX, Seite 14), so dass also in Wirklichkeit am 1. Januar 1888 4037880 Beobachtungssätze sich im Archiv der Abtheilung I befanden.

Die Vertheilung des gesammten Materiales über die verschiedenen Meeresstriche, soferne dieses Material von Schiffen der Handels-Marine herrührt, ergiebt sich aus nachstehender Zusammenstellung. Die 657 nur von der Handels-Marine im Jahre 1887 eingelieferten Journale enthalten Beobachtungen:

aus dem	Nordatlantischen Ozean	in	648	Fällen,
„ „	Südatlantischen „	„	257	„
„ „	Indischen „	„	120	„

Digitized by Google

aus den Ostasiatischen Gewässern ..... in 34 Fällen,
„ dem südlichen Stillen Ozean ..... „ 100 „
„ „ nördlichen „ „ ..... „ 26 „

Weiteres über den Inhalt der Eingänge ergiebt sich aus dem als Anlage I diesem Berichte beigegebenen Verzeichnisse.

Betheiligung deutscher Seeleute an den meteorologischen Arbeiten der Seewarte. Die Anzahl der Handelsschiffe, an deren Bord die von der Handels-Marine eingelieferten 403 vollständigen und 254 Auszugs-Journale geführt wurden, vertheilt sich auf die einzelnen Gebiete der deutschen Küste, wie folgt:

vom Gebiete der Weser lieferten 108 Segelschiffe und 44 Dampfer zusammen 203 vollständige und 134 Auszugs-Journale mit 893 Monaten Inhalt;
„ „ „ Elbe „ 61 „ „ 61 „ „ 174 vollständige und 120 Auszugs-Journale mit 729.5 Monaten Inhalt;
„ „ „ Ostsee „ 18 „ „ — „ „ 20 vollständige Journale mit 114.7 Monaten Inhalt;
„ „ „ Ems „ 2 „ „ — „ „ 2 vollständige Journale mit 8.1 Monaten Inhalt;
unter fremder Flagge „ 1 „ „ 1 „ „ 4 vollständige Journale mit 15.5 Monaten Inhalt.

Eine Vergleichung dieser Zahlen mit den für das Vorjahr gefundenen ergiebt eine Abnahme für die Segelschiffe des Weser-Gebietes (um 3), dagegen eine Zunahme für die Dampfer desselben um 5, für die Segelschiffe der Ostsee um 3, für die Segelschiffe des Elbe-Gebietes um 11 und für die Dampfer desselben um 7. Die Betheiligung hat demnach am meisten an der Elbe, und zwar besonders bei den dort zu Hause gehörenden Segelschiffen zugenommen. Prozentisch berechnet beziffert sich der Beitrag zu dem von der Handels-Marine im Jahre 1887 eingelieferten Beobachtungs-Materiale für die Weserschiffe zu 50.7 %, für die Elbschiffe zu 41.4 %, für die Ostseeschiffe zu 6.5 %, für die Emsschiffe zu 0.5 % und für die Schiffe unter fremder Flagge zu 0.9 %. Im Vorjahre waren diese Prozentzahlen, bezw. 55.2, 37.5, 5.8, 0.7 und 0.8.

Im Ganzen erhielt die Seewarte im Jahre 1887 vollständige Metcorologische Journale von 190 Segelschiffen und 62 Dampfern, zusammen von 252 Kauffahrtei-Schiffen. Dazu kommen noch 26 auf der Elbe und 18 auf der Weser zu Hause gehörende Dampfer, auf welchen nur das Auszugs-Journal geführt wurde. Die Gesammtzahl aller betheiligten Kauffahrtei-Schiffe — 296 — ist um 23 grösser als im Vorjahre.

Die Anzahl der ausgegebenen Journale. Mit Formularen zur Führung des vollständigen Journales wurden ausgerüstet:

durch die	Zentralstelle	zu	Hamburg	155	verschiedene	Schiffe	für 238	Reisen,
„ „	Hauptagentur	„	Bremerhaven	84	„	„ „	126	„
„ „	„	„	Swinemünde	13	„	„ „	13	„
„ „	Agentur II. Klasse ...	„	Brake	1	„	„ „	1	„
„	das Konsulat	„	Antwerpen	2	„	„ „	2	„
„ „	„	„	Havre	1	„	„ „	1	„
„ „	„	„	London	2	„	„ „	2	„
„ „	„	„	Newcastle	2	„	„ „	2	„
„ „	„	„	Cardiff	9	„	„ „	9	„
„ „	„	„	Liverpool	12	„	„ „	12	„
„ „	„	„	Glasgow	1	„	„ „	1	„
„ „	„	„	Newyork	5	„	„ „	5	„
„ „	„	„	San Francisco	4	„	„ „	4	„
„ „	„	„	Singapore	1	„	„ „	1	„
„ „	„	„	Melbourne	2	„	„ „	2	„

Digitized by Google

zusammen 294 verschiedene Schiffe für 419 Reisen. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass nicht von allen Konsulaten regelmässig über die Ausgabe von Journalen berichtet wird. Es ist deshalb möglich, dass die Anzahl in Wirklichkeit noch etwas grösser ist, als hier angegeben. Durch die Hauptagentur in Neufahrwasser und die Agenturen der II. Klasse zu Memel, Pillau, Barth, Wustrow, Rostock, Lübeck, Flensburg, Elsfleth und Emden sind für das Jahr 1887 Journale nicht zur Verausgabung gelangt.

Aus verschiedenen Gründen, die bereits in früheren Jahres-Berichten angegeben worden sind, gaben im Laufe des Berichts-Jahres 20 Kapitäne die Führung des Journales auf. Unter diesen sind 6 fleissige und treue und zumeist langjährige Mitarbeiter, deren beklagenswerthen Verlust durch den Tod die Direktion hier zu verzeichnen hat. Es sind dies die Kapitäne:

H. Albers,	vom	Segelschiffe	„Johanna Sophia“,	auf See gestorben,
H. C. Breckwoldt,	„	„	„Juno“,	in Hamburg verunglückt,
N. Brinkama,	„	„	„Johanne“,	auf See verunglückt,
R. Loose,	„	„	„Canopus“,	auf See gestorben,
H. Oestmann,	„	„	„Ventilia“,	auf See gestorben,
F. Tebelmann,	„	„	„Savannah“,	in Vegesack gestorben.

An die Stelle der ausgeschiedenen 20 traten im Jahre 1887 53 neue Mitarbeiter, so dass die Anzahl der letzteren sich im Laufe des Jahres um 33 vergrösserte.

Die Anzahl der von der Seewarte an Schiffsführer und auswärtige Beobachtungs-Stationen ausgeliehenen meteorologischen Instrumente betrug bis Ende des Berichts-Jahres: 166 Quecksilber-Barometer, 731 gewöhnliche Thermometer, 10 Maximum-, 9 Minimum-Thermometer und 5 Aräometer, gegen bezw. 163, 662, 7, 9 und 7 am Ende des Jahres 1886.

Die Verwerthung des eingegangenen Beobachtungs-Materials geschah in der hergebrachten, bereits in früheren Jahres-Berichten dargelegten Weise.

Die Synoptischen Wetterkarten des Nordatlantischen Ozeans wurden für die Zeit von September 1884 bis August 1885 hergestellt und dem Dänischen Meteorologischen Institut zur weiteren Bearbeitung eingeschickt. Es konnten dabei verwendet werden zu den Karten für:

den	Herbst	1884	die Journale	von	136	Segelschiffen	und	79 Dampfschiffen,
„	Winter	1884/5	„	„	112	„	„	70 „
„	Frühling	1885	„	„	119	„	„	80 „
„	Sommer	1885	„	„	142	„	„	70 „

ausserdem die Beobachtungs-Tabellen der Stationen in Labrador.

Gedruckt und herausgegeben während des Berichts-Jahres wurden die Karten des Frühlings und des Sommers 1884.

Vorläufige synoptische Wetterkarten, die etwa 5 Wochen nach Ablauf des betr. Monats in Angriff genommen werden und bei der nach wie vor von Abtheilung I bewirkten Abfassung der „Vorläufige Mittheilungen über das Wetter auf dem Nordatlantischen Ozean“ und der Zeichnung der Depressionsbahnen-Karte in den Monatsberichten der Seewarte zur Verwendung gelangen, wurden für die Monate November 1886 bis Oktober 1887 gezeichnet. Das Material, welches zu den Eintragungen in diese Karten zu Gebote stand, bezifferte sich im Durchschnitt für den Monat zu 20 Segelschiffs- und 56 Dampfschiffs-Journalen. Die Anzahl schwankte, entsprechend den jahreszeitlichen Verhältnissen des Schiffsverkehres, zwischen 62 Journalen im Januar und Februar und etwa 86 im April, Mai und Juni.

Im Jahres-Berichte für 1886 wurde bereits auf eine von der Direktion geplante neue Veröffentlichung hingewiesen, die in gewissem Sinne als ein erläuternder Text zu den herausgegebenen täglichen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und zugleich als ein Ersatz für die seit Ende 1885 nicht mehr veröffentlichten Reiseberichte nach Segelschiffs-Journalen anzusehen ist. Unter dem Titel „Vierteljahrs-Wetter-Rundschau an der Hand der täglichen synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean“ erschienen von dieser Veröffentlichung und gelangten in den „Annalen der Hydrographie etc.“ im Laufe des Berichts-Jahres zum Abdrucke: die Hefte I — Herbst 1883 — und II — Winter 1883/4. Der von Abtheilung I verfasste und unter der Ueberschrift „Anwendung der Kenntniss der Wetterlage in der Navigirung“ gegebene zweite Theil giebt zunächst eine tabellarische, chronologisch geordnete Uebersicht über die in der betreffenden Jahreszeit im Nordatlantischen Ozean gemachten Segelschiffs-Reisen, wobei die letzteren in 4 Gruppen geordnet sind. In der ersten Gruppe — Reisen von Ost nach West — sind die

Digitized by Google

Segelschiffe aufgeführt, die auf der Fahrt von einem europäischen Hafen nach einem Hafen an der Ostküste von Nordamerika, am Golf von Mexiko und in Westindien begriffen waren. Die zweite Gruppe — Reisen von West nach Ost — enthält die in entgegengesetzter Richtung fahrenden Schiffe; die dritte — Reisen von Nord nach Süd — die Schiffe auf der Fahrt von Europa nach dem Südatlantischen Ozean, für die als Reiseziel der Aequator angenommen worden ist; die vierte — Reisen von Süd nach Nord — die Schiffe, welche, vom Südatlantischen Ozean kommend, nach Europa segelten. Zur näheren Kennzeichnung des Verlaufes der Reisen ist jeder der vier Wege in solche Abschnitte zerlegt, wie dies den durchschnittlichen Windverhältnissen der durchsegelten Meeresstriche am meisten entsprechend erschien; für die diese Abschnitte bildenden Längen- und Breitenkreise wurde jedesmal der Tag und der Ort des Ueberschreitens, so wie auch die Zeit angegeben, welche das Schiff benöthigte, um von einem Schnittpunkt zum nächsten zu gelangen. Des Weiteren wird an der Hand der Wetterkarten und der dem Hefte beigegebenen kartographischen Darstellungen der Lage und Bewegung der barometrischen Maxima und Minima in den verschiedenen Abschnitten des behandelten Vierteljahres der Einfluss der vorhandenen Wetterlage auf den Verlauf der Reise erörtert und — wo sich die Gelegenheit bietet — zugleich dargelegt, wie die Route der Wetterlage besser hätte angepasst werden können. Da die Veröffentlichung erst so kurze Zeit in den Händen der Schiffsführer ist, können Aeusserungen der letzteren über dieselbe noch nicht vorliegen. Wenn nun auch die Direktion der Ueberzeugung ist, dass mit dieser Veröffentlichung ein wichtiger Schritt im Geiste der Wissenschaft bei der Verwerthung der Ergebnisse aus der systematischen Arbeit der Seewarte auf dem Gebiete der maritimen Meteorologie gethan wurde, so wird sie doch stets bemüht sein, etwa ihr zugehende Aeusserungen praktischer Seeleute zur steten Vervollkommnung der in Frage stehenden Veröffentlichung thunlichst auszunutzen. Es ist ja begreiflich, dass es mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft sein muss, bei einer so erheblichen Verschiebung der leitenden Gesichtspunkte in der Entwicklung der Meteorologie die Anwendung dieser Wissenschaft im praktischen Leben sofort in die richtigen neuen Bahnen zu lenken. Immerhin werden die Schiffsführer in dieser auch dem Forscher auf dem Gebiete der Meteorologie wichtigen Veröffentlichung etwas Nützliches und Belehrendes finden und sonach einen Ersatz für die von ihnen sehr geschätzten Reiseberichte erhalten. Die Direktion wird unablässig bemüht sein, das vorgesteckte Ziel auch in dieser Hinsicht zu erreichen.

Die statistische Arbeit über die meteorologischen und hydrographischen Verhältnisse in den Eingradfeldern des Nordatlantischen Ozeans wurde bis zur Herausgabe des Quadrats 112 gefördert. Dasselbe liegt südwestlich von den Azoren zwischen 30° und 40° n. Br. und 30° und 40° w. Lg. auf der Mitte des Atlantischen Ozeans. Das Quadrat 76, für welches — als zunächst zu bearbeitendes — die Extrahir-Arbeiten im Laufe des Berichts-Jahres begonnnen wurden, liegt südlich von 112, zwischen 20° und 30° n. Br. Es gränzt nach Osten an das bereits bearbeitete Quadrat 75 und nach Süden an das vom englischen Institut bearbeitete Tropen-Gebiet; dasselbe wird fast ausnahmslos von Segelschiffen auf der Rückfahrt vom Südatlantischen Ozean nach Europa und von einzelnen auf der Ausfahrt von Europa nach Westindien besucht.

Als Schlusstermin der Extrahirung wurde für das Quadrat 76 — wie ebenso für die Quadrate 112 und 148 — der 31. Dezember 1884 festgesetzt, d. h. es sollen dabei nur die Journale verwendet werden, die bis zum genannten Termin eingegangen waren. Die Förderung der Arbeit wurde durch anderweitige Inanspruchnahme der Abtheilung während des Berichts-Jahres sehr behindert.

Es dürfte sich empfehlen, an dieser Stelle einen Ueberblick über die bereits im Drucke vorliegenden Quadrate des Nordatlantischen Ozeans zu geben.

Es sind dies die folgenden 7:

No.	I.	Quadrat	146,	zwischen	40°—50°	n. Br.	und	10°—20°	w. Lg.,	geschlossen	am	30. April	1878,
„	II.	„	147,	„	40°—50°	„	„	20°—30°	„	„	„	30. April	1878,
„	III.	„	111,	„	30°—40°	„	„	20°—30°	„	„	„	31. Dezbr.	1879,
„	IV.	„	110,	„	30°—40°	„	„	10°—20°	„	„	„	31. Dezbr.	1879,
„	V.	„	75,	„	20°—30°	„	„	20°—30°	„	„	„	15. Juni	1882,
„	VI.	„	148,	„	40°—50°	„	„	30°—40°	„	„	„	15. Juni	1882,
„	VII.	„	112,	„	30°—40°	„	„	30°—40°	„	„	„	31. Dezbr.	1884.

Digitized by Google

Von dem Werke „Der Pilote“ wurde der Band IV herausgegeben, dessen Inhalt aus nachstehendem Verzeichnisse ersichtlich ist:

Erster Theil.

Einleitung, enthaltend die Besprechung einiger, für die Schiffsführung im Allgemeinen wichtiger Punkte.

Segelschiffs-Reisen vom Atlantischen Ozean nach der Ostküste von Afrika und den benachbarten Inseln und zurück; mit 17 Karten und den Unterabtheilungen:

1) Die Winde und Strömungen in den Ostafrikanischen Küstengewässern,
2) Der Verlauf der Reisen und
3) Segelanweisungen.

Zweiter Theil.

Reiseberichte nach den während der Zeit vom 1. September 1881 bis zum 31. August 1882 eingegangenen Segelschiffs-Journalen.

Anhang.

Verzeichniss der Reisen, über welche Berichte gegeben worden sind, mit Angabe des Datums des Antritts und der Zeit der Dauer derselben.

Zur Veröffentlichung in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“ gelangten 38 längere und kürzere Berichte und Zusammenstellungen nach Journal-Aufzeichnungen oder brieflichen Mittheilungen von Schiffsführern und ausserdem 44 Mittheilungen über Flaschenposten. Das Nähere über den Inhalt jener Beiträge findet sich an einer späteren Stelle dieses Berichtes, und zwar da, wo von der Literarischen Thätigkeit des Institutes die Rede ist.

Schriftliche Segelanweisungen für spezielle Reisen wurden 31 ausgefertigt (gegen 25 im Vorjahre).

Die Kartenskizzen zur Darstellung des Treibeises bei Neufundland gelangten im Jahre 1887 in drei Ausgaben — Mitte April, Mitte Juni und Ende Juli — zur Austheilung an die Schiffsführer und zur Veröffentlichung in den „Annalen der Hydrographie etc“.

Es ist hier die Stelle, nachträglich zu erwähnen, dass auf Anregung des Hydrographischen Amtes der Admiralität schon im Laufe des Jahres 1886 die Einrichtung getroffen wurde, auch sonstige hydrographische Nachrichten, besonders über Veränderungen in der Leuchtfeuer- und Baken-Bezeichnung der Fahrwasser, deren schleunige Kundgebung von Wichtigkeit ist, durch Vermittelung der Seewarte den Seefahrern bekannt zu machen. Nachrichten dieser Art, die während der Zeit des Eisganges, in welcher Veränderungen häufig vorkommen, von besonderer Wichtigkeit sind, werden der Zentralstelle und den Hauptagenturen der Seewarte vom Hydrographischen Amte telegraphisch zugestellt und sofort durch öffentlichen Anschlag an zweckentsprechenden Stellen und vermittelst der Zeitungen den Betheiligten zur Kenntniss gebracht.

Die Gratis-Vertheilung der verschiedenen Veröffentlichungen der Seewarte an die Mitarbeiter auf See bezifferte sich im Jahre 1887 auf 34 Exemplare des „Segel-Handbuches für den Atlantischen Ozean“, 23 Exemplare des dazu gehörenden Atlas, 42 verschiedene Bände von „Der Pilote“, 99 Exemplare von „Quadrate des Nordatlantischen Ozeans“, 4 Exemplare von „Quadrat 97 A der China-See“, 83 Exemplare „Jahres-Bericht“, 2 Exemplare von „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“, 115 Bände verschiedener Jahrgänge der „Monatliche Uebersicht der Witterung“, bezw. „Monatsbericht der Deutschen Seewarte“, 10 Vierteljahrs-Bände der „Synoptische Wetterkarten des Nordatlantischen Ozeans“ und 45 Hefte der „Vierteljahrs-Wetter-Rundschau für den Herbst 1883“, zusammen 457 Bände. Ausserdem gelangte eine grosse Anzahl von Separat-Abdrücken von den in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“ erschienenen Berichten und Aufsätzen zur Austheilung.

In erheblichem Maasse wurde die Thätigkeit der Abtheilung auch im letzten Jahre durch die Verwaltungs-Geschäfte, die Korrespondenz mit den Mitarbeitern auf See und den auswärtigen Beobachtungs-Stationen, sowie durch die Ausfertigung von Gutachten und Berichten für Behörden und Private in Anspruch genommen, der Art, dass ein Beamter fast allein hiermit beschäftigt war. Die auf Anfrage der Seeämter ausgefertigen eingehenden Witterungs-Berichte bezifferten sich auf 28. Im Ganzen wurden im Jahre 1887 durch die Abtheilung I 839 dienstliche Sachen erledigt.

Digitized by Google

Aus dem vorstehenden Berichte über die Thätigkeit der Abtheilung I geht zur Genüge hervor, dass sich der Arbeits- und Wirkungskreis derselben während der letzten Jahre ganz ungewöhnlich vergrössert und erweitert hat. Die Zeit der einzelnen Beamten ist so vollkommen durch die denselben zufallenden Funktionen in Anspruch genommen, dass es zeitweise geradezu unmöglich ist, eine oder die andere Kraft für literarische Arbeiten zu erübrigen. Die Folge davon ist, dass die reichen Schätze, welche, wie der vorstehende Bericht nachweist, fortlaufend eingehen, zu einem guten Theile, ohne unmittelbare und sofortige Verwerthung zu finden, zurückgelegt werden müssen. Es bezieht sich dies Letztere namentlich auf die so hoch verdienstvolle Arbeit der Extrahirung des Materiales für die Quadrate, die nun — am Schlusse des Jahres 1887 — nach dem ursprünglichen Plane so weit hätte gefördert sein sollen, dass zum mindesten die erste Serie Quadrate über den Nordatlantischen Ozean vorläge. Der erste Assistent der Abtheilung ist fast ausschliesslich beschäftigt mit der Herstellung der vorläufigen Isobarenkarten über den Nordatlantischen Ozean und der Vorbereitung des Textes für den betreffenden Theil des Monatsberichtes der Deutschen Seewarte. Der letztere nimmt wiederum eine Hülfskraft der Abtheilung in Anspruch, um die vorläufigen Mittheilungen über das Wetter auf dem Nordatlantischen Ozean herzustellen. Die zweite Hülfskraft der Abtheilung wird fast ausschliesslich durch Ausarbeitung von Berichten, Gutachten u. s. w. beschäftigt, so dass nur eine recht beschränkte Arbeitsquote der Abtheilung der Bearbeitung des Materiales gewidmet werden kann. Die Zeit des Abtheilungs-Vorstehers ist durch literarische Arbeiten für die Annalen der Hydrographie, sowie für andere grössere Werke, die von der Direktion herausgegeben werden, so ausserordentlich beansprucht, dass ausser der Ueberwachung der Thätigkeit der ganzen Abtheilung nur sehr wenig davon übrig bleibt, was der gesammten Auswerthung des Materiales gewidmet werden könnte.

Unter solchen Umständen liegt auf der Hand, dass — soll das werthvolle und so überaus reiche Material für die Gegenwart nicht unbenutzt liegen bleiben, zum mindesten zwei weitere nautisch gebildete Hülfsarbeiter angestellt werden müssten. Es wird höheren Ortes diesbezügliche Vorlagen zu machen die Pflicht der Direktion sein, damit dem seefahrenden Publikum eine Auswerthung des grossen, bei der Seewarte einlaufenden Materials ohne Verzug nutzbar gemacht werden kann.

In den verschiedenen Jahres-Berichten ist jederzeit hervorgehoben worden, dass Seitens der deutschen Hochschulen gelegentlich Studirende veranlasst werden, in dem Archive der Deutschen Seewarte zu arbeiten und zum mindesten nach einer oder der anderen Richtung hin die reiche Ausbeute an meteorologisch-hydrographischem Materiale zu verwerthen. Manche Veröffentlichung, die seit den letzten Jahren erschienen ist und von Hochschulen ausging, legt dafür Zeugniss ab.

Vollständige Meteorologische Journale wurden eingeliefert: Anlage I.

1) von der Kaiserlichen Marine.

	Schiff	Kommandant	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
1	S. M. S. Albatross	Korv.-Kapte. v. Pawelsz und Plüddemann u. Kapt.-Lt. Graf v. Baudissin	5	33 Mt. 0 Tage	Nach der Ost- u. Westk. v. Südamerika, Australien u. den Südsee-Inseln.
2	= Arcona	Korv.-Kapt. von Rosen	1	1 = 23 =	In Kiel und Wilhelmshaven.
3	= Ariadne	Korv.-Kpte. Chüden, v. Arnim, Freih. v. Rössing, Barandon	5	26 = 12 =	Nach den Kap Verde'schen Inseln, Westindien u. in der Ostsee.
4	= Augusta	Korv.-Kapt. Hassenpflug	4	24 = 1 =	= Australien, den Südsee-Inseln und Ostasien.
5	= Baden	Kapte. z. S. Valois u. Glomsda von Buchholtz	2	6 = 26 =	In der Nord- und Ostsee.
6	= Bayern	Kapt. zur See v. Werner	1	5 = 2 =	= der Ost- und Nordsee.
7	= Blitz	Korv.-Kapt. Junge u. Kapt.-Lieutn. Zeye	3	15 = 16 =	= Kiel, der Ost- und Nordsee.
8	= Brummer	Kapt.-Lieutn. Hasenklever	2	9 = 29 =	= der Ost- und Nordsee.

Digitized by Google

	Schiff	Kommandant	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
9	S. M. S. Camaeleon .	Kapt.-Lieut. Valette	1	4 Mt. 11 Tage	In der Ost- und Nordsee.
10	= Charlotte	= Hofmeier	1	1 = 24 =	= Wilhelmshaven.
11	= Crokodill	= v. Frantzius . . .	1	5 = 1 =	= der Ost- und Nordsee.
12	= Cyclop	Kapt.-Lieuts. Kelch, Hornung u. Stubenrauch .	9	41 = 15 =	= dem Mittelmeer, der Nordsee und nach Westafrika.
13	= Drache	Korv.-Kapte. Holzhauer und von Rosen	3	17 = 8 =	= der Nordsee.
14	= Elisabeth	Kapt. zur See Schering	4	23 = 5 =	Nach Australien, Ostasien und
15	= Falke	Korv.-Kapt. Junge	1	6 = 1 =	In der Nordsee. [Ostafrika.
16	= Freya	= Schulze	3	17 = 19 =	Nach Brasilien und Westindien.
17	= Friedrich Carl .	Kapt. zur See Stempel	4	22 = 26 =	In der Nordsee u. dem Mittelmeer.
18	= Gneisenau . . .	Kapte. z. See Freih. v. d. Goltz und Valois	5	27 = 26 =	Nach dem Mittelmeer, Australien, Ostafrika u. d. Südsee-Ins.
19	= Grille	Kapt.-Lieuts. Rüdiger nud v. Schuckmann	2	11 = 20 =	In der Nord- und Ostsee.
20	= Habicht	Korv.-Kapt. v. Schuckmann I	3	18 = 10 =	Nach Westafrika.
21	= Hyäne	= Geiseler	5	29 = 13 =	= d. Südsee-Ins. u. Australien.
22	= Iltis	Korv.-Kapte. Klausa u. Rötger u. Kapt.-Lieut. Hofmeier . .	11	61 = 20 =	In den Ostasiat. Gewässern.
23	= Leipzig	Korv.-Kapt. Herbig, später Kapt. zur See	4	24 = 3 =	[asien. Nach den Sandwich-Ins. u. Ost-
24	= Loreley	Kpt.-Lts. Koch u. Rittmeyer	9	48 = 0 =	In dem Mittel- u. Schwarzen Meere.
25	= Luise	Korv.-Kapt. Graf v. Haugwitz	2	12 = 2 =	Nach Madeira, Westindien und Nordamerika.
26	= Marie	= Krokisius	6	33 = 0 =	= der Ost- und Westk. Südamerika, den Südsee-Inseln und Australien
27	= Medusa	= Hollmann	2	11 = 24 =	= Brasilien und Westindien.
28	= Möve	= Hoffmann	5	27 = 8 =	= Westafrika, d. Mittelmeere und Ostafrika.
29	= Musquito	Kapt.-Lieut. Piraly	3	16 = 28 =	= d. Nordatl. Ozean, Brasilien und Westindien.
30	= Nautilus	Korv.-Kapte. Valois, Aschenborn und Rötger	9	48 = 18 =	In den Ostasiat. Gewässern, dem Mittelmeere und nach Westafrika.
31	= Niobe	Kapt. zur See Schröder und Korv.-Kapt. Aschenborn .	4	21 = 8 =	Nach Westindien, in der Ost- und Nordsee.
32	= Nymphe	Korv.-Kapte. Dietert und v. Reiche	6	34 = 14 =	= dem Mittelmeere, Brasilien und Westindien.
33	= Oldenburg . . .	Kapt. z. See Heusner u. Korv.-Kapt. Plüddemann	2	8 = 0 =	In der Ost-, Nordsee und Kiel.
34	= Pfeil	Korv.-Kapt. v. Erhardt	1	3 = 3 =	= der Nord- und Ostsee.
35	= Pommerania . .	Kapt.-Lieuts. Rüdiger u. Freiherr von Sohlern	2	10 = 29 =	= der Ost- und Nordsee.
36	= Prinz Adalbert	Kapt. z. See Mensing	3	17 = 21 =	Nach d. Mittelmeere, Kapstadt, Ostasien, d. Sandwich-Ins. u. d. Westk. Südamerikas.
37	= Rover	Korv.-Kapte. Graf v. Haugwitz u. Cochius u. Kapt.-Lieut. Flichtenhöfer	3	15 = 24 =	[verden und in Kiel. In der Ostsee, nach dem Kap-
38	= Sachsen	Korv.-Kapt. v. Pawelsz	1	4 = 21 =	= der Ost- und Nordsee.
39	= Sophie	= Stubenrauch . . .	2	10 = 28 =	Nach d. Mittelmeere, Westafrika, u. in der Nord- und Ostsee.
40	= Stein	Kapt. zur See v. Nostitz . . .	1	6 = 4 =	= Ostindien.

Digitized by Google

	Schiff	Kommandant	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
41	S. M. S. Stosch	Kapte. z. S. v. Blanc, Glomsda, v. Buchholtz u. v. Nostitz	8	46 Mt. 20 Tage	Nach den Ostasiat. Gewässern.
42	= Undine	Korv.-Kapt. Cochius	1	5 = 26 =	In der Ostsee.
43	= Victoria	= Valois	3	17 = 18 =	Nach dem Mittelmeree, La Plata und Westafrika.
44	= Vineta	Korv.-Kapte. v. Treuenfeld u. Starke u. Kpt. z. S. Zirzow.	7	31 = 8 =	In der Nord- u. Ostsee, nach der Westk. v. Südamerika, den ostasiat. Gewässern und Ostafrika.
45	= Wolf	Korv.-Kapt. Strauch u. Kapt.-Lieut. v. Raven	5	30 = 14 =	Nach Ostasien und Westafrika.
46	= Wüttemberg	Kapte. zur See Köster und Hollmann	2	6 = 24 =	In der Nord- und Ostsee.
47	= Zieten	Korv.-Kapte. Heusner und Cochius	2	5 = 0 =	= Kiel, der Nord- u. Ostsee.

2) von der Handelsmarine.

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
1	Abken, Fr.	S. Janbaas	1	6 Mt. 19 Tage	Nach Nordamerika und Java.
2	Ahlers, H.	= Johanne	2	5 = 14 =	= Nordamerika, Westindien und Golf von Mexiko.
3	Albers, H.	= Johanna Sophie	1	9 = 20 =	= Ostindien.
4	Alberts, H.	= Alma	2	11 = 21 =	= Ostasien u. Nordamerika.
5	Albrand, P.	= Emma Römer	1	8 = 2 =	= Java.
6	Albrecht, F.	= Rajah	1	10 = 28 =	= Australien u. Ostindien.
7	Andresen, H.	= Richard Rickmers	1	6 = 27 =	= Ostindien.
8	Alster, F.	= Amanda & Elisabeth	2	13 = 3 =	= Ostafrika.
9	Bahls, W.	= Palme	1	3 = 26 =	= Nordamerika.
10	Bannau, J. H.	= Heinrich	1	6 = 3 =	= China.
11	Barrelet, A.	D. Rio	4	6 = 8 =	= der Ostk. v. Südamerika.
12	Baur, H.	= Neckar	3	7 = 14 =	= Ostasien.
13	Behrens, E.	S. Asante	1	2 = 13 =	= Java.
14	Behring, N. J.	= Marie Louise	2	4 = 14 =	= Nordamerika u. dem Golf von Mexiko.
15	Behrmann, J.	D. Petropolis	4	5 = 28 =	= der Ostk. v. Südamerika.
16	Berdrow, Ph.	= Nürnberg	1	2 = 19 =	= Ostasien.
17	Bielenberg, R.	S. Undine	1	6 = 28 =	= der Westk. v. Südamerika.
18	Birch, A.	DD. Lissabon u. Campinas	4	4 = 28 =	= der Ostk. v. Südamerika.
19	Bliesener, G.	S. Ferdinand	2	4 = 25 =	= Nordamerika.
20	Böcke, W.	D. Thuringia	5	5 = 12 =	= Westindien.
21	Boie, Chr.	= Santos	4	5 = 0 =	= Brasilien.
22	Bonnhorst, J.	S. Capella	1	10 = 11 =	= Australien und Java.
23	Brandt, A.	= Adolph	1	7 = 0 =	= der Westk. v. Südamerika.
24	Brauer, D.	= Elisabeth	2	3 = 4 =	= Nordamerika.
25	Breckwoldt, H. C.	= Juno	1	9 = 6 =	= den Südsee-Inseln.
26	Breckwoldt, J.	DD. Montevideo u. Tijuca	3	4 = 18 =	= dem La Plata.
27	Breckwoldt, P.	S. Rohilla	1	5 = 14 =	= der Westk. v. Südamerika.
28	Bremers, H.	= Else	1	9 = 4 =	= China.
29	Brüggemann, L.	D. Brema	2	7 = 12 =	= Ostindien.
30	Brünings, K.	S. Josefa	1	9 = 2 =	= San Francisco.
31	Bruhn, H.	= Elisabeth Riekmers	1	7 = 29 =	= Ostindien.
32	Bruns, H.	= Doris	1	3 = 27 =	= Nordamerika.

Digitized by Google

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
33	Bünger, H.	S. Andromeda	2	4 Mt. 16 Tage	Nach Nordamerika.
34	Büschen, E. O.	" Amor	1	3 " 8 "	" dem Golf von Mexiko.
35	Buller, R.	" Mozart	1	2 " 7 "	" Nordamerika.
36	Burgwardt, R.	" Johanna	1	7 " 12 "	" China.
37	Busch, O.	" L. Hagen	2	8 " 16 "	" Australien u. Puget Sound.
38	Christiansen, E.	D. Hesperia	1	3 " 0 "	" Ostasien.
39	Cöllen v., Ad.	" Berlin	4	6 " 11 "	" Brasilien.
40	Cordes, H. D.	S. Cleopatra	1	2 " 13 "	" Nordamerika.
41	Crantz, F. G.	" Moltke	1	9 " 24 "	" Java.
42	Dabbert, Fr.	" Malvina	1	7 " 20 "	" d. Westküste von Süd- u. Zentral-Amerika.
43	Denker, J.	" Atalanta	1	9 " 0 "	" der Westk. v. Südamerika und Mexiko.
44	Diekmann, O.	" Paula	1	7 " 6 "	" Celebes.
45	Diedrichsen, V. B.	" Polymnia	1	10 " 4 "	" Australien.
46	Dillwitz, H.	" Lorenz Hansen	1	5 " 12 "	" Mauritius und Australien.
47	Dreyer, H.	" Neptun	1	13 " 10 "	" den Südsee-Inseln.
48	Dreyer, P. H.	D. Desterro	2	3 " 4 "	" dem La Plata.
49	Droescher, C.	" Holsatia	3	4 " 2 "	" dem Golf von Mexiko.
50	Edler, C.	S. Nestor	1	9 " 10 "	" Australien u. d. Westküste von Südamerika.
51	Engelbardt, H.	DD. Habsburg u. Nürnberg	3	8 " 14 "	" Australien.
52	Freese, H.	S. Port Royal	1	2 " 23 "	" dem Golf von Mexiko.
53	Frühden, J.	" Parnass	1	5 " 10 "	" der Westk. v. Südamerika.
54	Gahde, J.	" Urania	1	3 " 28 "	" Ostindien.
55	Gathemann, H.	D. Hannover	3	4 " 28 "	" der Ostk. v. Südamerika.
56	Gennerich, J.	S. Andrée Rickmers	1	7 " 16 "	" Ostindien.
57	Geerdes, G.	" Bertha	1	1 " 6 "	" Nordamerika.
58	Geerdes, J.	" Lizzie u. Eugénie	2	5 " 20 "	" Nordamerika.
59	Geerds, M.	" Rose	1	2 " 22 "	" Venezuela.
60	Gieseke, G. H.	" Indra	1	10 " 12 "	" Ostindien.
61	Gille, J. F.	" Inca	1	7 " 5 "	" der Westk. v. Südamerika.
62	Gössel v., K.	DD. Köln u. Habsburg	3	6 " 6 "	" dem La Plata u. Australien.
63	Göttsche, J. R.	" Hamburg u Ceará	4	5 " 16 "	" der Ostk. v. Südamerika.
64	Grönn, A.	S. Caroline Behn	1	5 " 26 "	" der Westk. v. Südamerika.
65	Haak, M.	" Savannah	1	2 " 3 "	" Nordamerika.
66	Haase, H.	" Kepler	1	7 " 10 "	" der Westk. v. Südamerika.
67	Haesloop, J.	" Drehna	1	7 " 0 "	" Ostindien.
68	Haesloop, L.	" Columbus	1	2 " 7 "	" Nordamerika.
69	Haeveker, J. F. W.	D. Holstein	1	4 " 1 "	" Brasilien u. d. Mittelmeere.
70	Hamer, H.	S. Gerd Heye	1	10 " 22 "	" Austral. u. der Westküste von Südamerika.
71	Hannes, C.	" Albatross	1	8 " 11 "	" Celebes.
72	Hansen, J.	" Emil Julius	1	7 " 0 "	" der Westk. v. Südamerika.
73	Hansen, J.	D. Persepolis	2	9 " 12 "	Im Golf von Persien.
74	Harde, J.	S. Weser	1	6 " 4 "	Nach Brasilien und der Westk. von Südamerika.
75	Hashagen, J.	" Erwin Rickmers	1	7 " 17 "	" Ostindien.
76	Hauschild, C.	D. Ceará	3	4 " 12 "	" der Ostk. v. Südamerika.
77	Heineke, H.	D. Strassburg	1	1 " 22 "	" dem La Plata.
78	Heins, J.	S. Ellen Rickmers	1	6 " 14 "	" Ostindien.
79	Hellwege, E. H.	" Poncho	1	5 " 4 "	" der Westk. v. Südamerika.
80	Henne, C. L.	" Papa	1	7 " 6 "	" China.
81	Hertzer, A.	D. Lavinia	1	2 " 18 "	" der Westk. v. Südamerika.
82	Hess, C.	S. Paul Rickmers	1	7 " 2 "	" Ostindien.
83	v. d. Heyden, C.	" Albert Reimann	1	4 " 24 "	" dem Kapland und Celebes.

Digitized by Google

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
84	Heyl, T.	S. Betty	1	1 Mt. 9 Tage	Nach Nordamerika.
85	Hilgendorf, R.	" Professor	1	5 " 24 "	" der Westk. v. Südamerika.
86	Hilgerloh, J. W.	" Deutschland	1	1 " 5 "	" Nordamerika.
87	Hincke, O.	" Willy Rickmers	1	7 " 0 "	" Ostindien.
88	Hinrichsen, R.	" Luna	1	6 " 18 "	" Ostindien.
89	Höckelmann, G.	" Saturnus	1	7 " 10 "	" Australien u. d. Südsee-Ins.
90	Höhs, F.	" Apoll	1	7 " 29 "	" der Westküste v. Zentral-
91	Hoffmann, W.	" Spica	1	8 " 26 "	" Ostindien. [Amerika.
92	Hoffstädt, J.	" Bremen	1	2 " 29 "	" Nordamerika.
93	Holm, P. C.	DD. Paranagua u. Lissabon.	4	6 " 8 "	" der Ostk. von Südamerika.
94	v. Holten, J. G.	D. Bahia	3	4 " 14 "	" dem La Plata.
95	Hotes, G.	S. Baldur	1	6 " 17 "	" der Westk. v. Südamerika.
96	Hullmann, F.	" Birma	1	8 " 19 "	" Ostindien.
97	Hustede, J. H.	" Apollo	1	8 " 12 "	" Austral. u. d. Sunda-Inseln.
98	Jacobs, Fr.	" Suaheli	1	6 " 26 "	" Ostafrika.
99	Jäger, A.	D. Sachsen	2	4 " 20 "	" Ostasien.
100	Jahns, L.	" Köln	1	1 " 24 "	" dem La Plata.
101	Jarck, J.	DD. Anna Woermann und Marie Woermann	3	6 " 10 "	" Westafrika.
102	Jensen, J. W.	D. Erna Woermann	2	2 " 22 "	" Westafrika. [amerika.
103	Inhülsen, G.	S. J. H. Lübken	1	9 " 10 "	" d. Westk. v. Süd- u. Zentral-
104	Jösting, W.	D. Hamburg	1	1 " 20 "	" dem La Plata.
105	Johannessen, O. L.	S. Ariadne	2	6 " 4 "	" Nordamerika.
106	Ipland, M.	" Hieronymus	1	6 " 26 "	" der Westk. v. Südamerika und Mexico.
107	Israel, F. H.	" Dione	1	8 " 18 "	" Australien u. der Westk. von Südamerika.
108	Jülicher, Ad.	" Roland	2	8 " 25 "	" San Francisco.
109	Kampehl, O.	" Speculant	1	9 " 6 "	" den Südsee-Inseln.
110	Kayser, H.	" Diana	1	4 " 22 "	" dem La Plata.
111	Kessler, F.	D. Hohenstaufen	3	8 " 12 "	" Australien.
112	Kier, F.	" Uruguay	2	2 " 14 "	" dem La Plata.
113	Kirchhoff, J.	S. Industrie	1	6 " 29 "	" Australien u. der Westk. von Südamerika.
114	Köhlenbeck, D.	D. Leipzig	4	6 " 12 "	" dem La Plata.
115	Köhler, A.	S. Carl	1	8 " 8 "	" Australien u. der Westk. von Südamerika.
116	Köhne, J.	S. Louise	1	7 " 12 "	" der Westküste v. Süd- u. Zentral-Amerika.
117	Köhnenkamp, C.	" Theodor Körner	1	1 " 26 "	" Nordamerika.
118	Köllen, H.	" Freya	1	6 " 6 "	" dem La Plata u. der Westk. von Südamerika.
119	Kopff, E.	D. Francia	1	1 " 8 "	" Westindien.
120	Kophamel, F.	S. Ceres	1	8 " 5 "	" der Westk. v. Südamerika.
121	Korff, E.	" Friedrich	1	3 " 11 "	" Australien.
122	Krause, R.	" Astronom	2	6 " 8 "	" Nordamerika.
123	Kühl, E.	" Heinrich & Tonio	2	5 " 22 "	" Nordamerika.
124	Kühlken, J.	" Hugo	2	4 " 20 "	" Nordamerika.
125	Külsen, H.	" Fortuna	1	5 " 17 "	" der Westk. v. Südamerika.
126	Kuhlmann, E.	" Maryland	1	2 " 18 "	" Nordamerika.
127	Kuhlmann, W.	D. Kronpr. Fr. Wilhelm	2	3 " 20 "	" Brasilien.
128	Lahmeyer, H.	S. Olbers	1	4 " 12 "	" Nordamerika.
129	Langen, W.	" Otto	1	3 " 17 "	" Nordamerika.
130	Lass, L.	" J. W. Wendt	1	1 " 20 "	" Nordamerika.
131	Lehmann, A.	" J. W. Gildemeister	2	9 " 2 "	" Australien, Mauritius und Nordamerika.

Digitized by Google

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
132	Le Moult, Chr.	S. Oscar	1	8 Mt. 9 Tage	Nach der Westk. v. Südamerika.
133	Leopold A.	" Wega	1	7 " 9 "	" Ostindien.
134	Lierau, H.	" Jupiter	1	3 " 24 "	" Canada.
135	Lindenberg, C. F.	" Frieda Grampp	1	5 " 17 "	" Ostasien, BritishColumbien und Australien.
136	Löwe, K.	D. Buenos Aires	3	4 " 4 "	" der Ostk. von Südamerika.
137	Lohmann, H.	S. Alice Rickmers	1	7 " 12 "	" Ostindien.
138	Loose, R.	" Canopus	1	8 " 27 "	" Neuseeland u. Tahiti.
139	Ludwigs, Chr.	" Ingo	1	2 " 23 "	" Brasilien.
140	Lüders, B.	" Deutschland	1	5 " 24 "	" der Westk. v. Südamerika.
141	Mähl, C.	" Caura	1	8 " 9 "	" Ostasien.
142	Mählmann, H.	D. Uruguay	2	2 " 24 "	" dem La Plata.
143	Magin, H. G. F.	" Borussia	2	2 " 23 "	" Westindien.
144	Martens, M.	S. Paul Thormann	1	3 " 7 "	" Mauritius.
145	Mehlhose, O.	" Dorothea	1	7 " 3 "	" Ostindien.
146	Mehring, R.	" Hermann	1	6 " 19 "	" der Westk. v. Südamerika.
147	Meier, A.	D. Hohenzollern	2	6 " 2 "	" Australien.
148	Meier, G. H.	" Graf Bismarck	4	7 " 4 "	" der Ostk. v. Südamerika.
149	Menkens, J.	S. Anna	2	5 " 14 "	" Nordamerika.
150	Meyer, C.	" Magdalene	2	3 " 17 "	" Nordamerika.
151	Meyer, H.	" Dora	2	3 " 24 "	" Nordamerika.
152	Meyer, J.	" Regulus	1	7 " 14 "	" Ostindien.
153	Meyer, J. C.	" Theodor Rüger	1	7 " 18 "	" Ostasien.
154	Meyer, L. A.	" Kriemhild	2	13 " 2 "	" Brasilien u. der Westk. v. Südamerika.
155	Meyer, N.	" Johann Hinrich	1	8 " 9 "	" Austral. u. d. Südsee-Inseln.
156	Minssen, Th.	" Hedwig	2	6 " 24 "	" Nordamerika.
157	Möller, H. Th.	" Dorothea	3	17 " 28 "	" Ostasien und der Westk. v. Nord- u. Südamerika.
158	Möller, P.	" Peter Godeffroy	1	9 " 16 "	" Austral. u. d. Südsee-Inseln.
159	Müller, C.	" Shakspere	2	5 " 10 "	" Nordamerika.
160	Müller, G. H.	" Gustav Adolph	1	3 " 10 "	" Westafrika.
161	Nichelson, J. G.	" Franz	1	3 " 19 "	Zwischen Austral. u. Neuseeland.
162	Niejahr, F.	" J. F. Pust	1	3 18	Nach Westindien.
163	Nissen, H. W. B.	" Okeia	1	6 " 12 "	" der Westk. v. Südamerika.
164	Nolandt, C.	" Frisch	1	4 " 28 "	" Brasilien und Westindien.
165	Oesselmann, A.	" Jessonda	1	4 " 4 "	" Australien.
166	Oestmann, H.	" Ventilia	1	7 " 6 "	" der Westk. v. Südamerika.
167	Oltmann, C.	" Pacific	1	8 " 8 "	" den Sandwich-Inseln.
168	Opitz, P. E.	" Paradox	1	9 " 6 "	" der Westküste v. Mexiko.
169	Ortgiese, H.	" Madeleine Rickmers	1	6 " 13 "	" Ostindien.
170	Ott, A.	D. Brema	1	2 " 7 "	" Ostindien.
171	Peters, H.	S. Libussa	1	10 " 5 "	" Austral. u. San Francisco.
172	Petersen, G.	D. Massalia	1	2 " 29 "	" Ostasien.
173	Petersen, M.	S. Pionier	1	6 " 13 "	" der Westk. v. Südamerika.
174	Pfaff, E. G.	D. Niobe	1	2 " 4 "	" Ostasien.
175	Pfeiffer, Fr.	" Oder	1	2 " 2 "	" Ostasien.
176	Pfeiffer, W.	" Wuotan	1	2 " 16 "	" Ostindien.
177	Pflieger, Th.	S. Joseph Haydn	1	9 " 0 "	" Ostindien.
178	Pohle, C.	D. Preussen	2	5 " 9 "	" Australien u. Ostasien.
179	Poschmann, J.	" Corrientes	5	7 " 24 "	" dem La Plata.
180	Prehn, C.	S. Gudrun	1	7 " 12 "	" Ostindien.
181	Probst, J. D.	" George Washington	2	5 " 0 "	" Nordamerika.
182	Putscher, C.	" Hermann	1	2 " 18 "	" dem Golf von Mexiko.
183	Reessing, G.	D. Bavaria	4	6 " 14 "	" Westindien u. Mexiko.
184	Rehberg, B.	S. van den Bergh	1	9 " 14 "	" Austral. u. d. Südsee-Inseln.

Digitized by Google

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
185	Reher, H. W.	S. Adm. Tegetthoff	1	6 Mt. 20 Tage	Nach Ostindien.
186	Rehm, B.	= Victoria	2	6 = 8 =	= Nordamerika.
187	Reiners, H. J.	= Kale	1	3 = 3 =	= Java.
188	Reinicke, G.	= Triton	1	6 = 17 =	= Australien.
189	Reitmann, J.	= Polynesia	1	5 = 26 =	= der Westk. v. Südamerika.
190	Reitzenstein, P.	= Salisbury	1	5 = 18 =	= der Westk. von Zentralamerika u. Brit. Columbien.
191	Renner, J.	= Lagos	1	2 = 24 =	= Westindien.
192	Reteike, W.	D. Argentina	4	5 = 2 =	= Brasilien.
193	Reuter, F.	= Saxonia	4	4 = 23 =	= Westindien u. Mexiko.
194	Riedel, J.	= Valparaiso	4	5 = 4 =	= Brasilien. [Nordamerika.
195	Rieke, J. G.	S. Maria	1	5 = 12 =	= d. La Plata, Westindien u.
196	Rodenberg, Fr.	D. Strassburg	1	1 = 28 =	= dem La Plata.
197	Rohlfs, Fr.	= Paranagua	3	4 = 22 =	= der Ostk. v. Südamerika.
198	Romberg, O.	S. Richard Wagner	1	9 = 6 =	= San Francisco.
199	Rowehl, B.	= Amphitrite	1	9 = 15 =	= Australien und Ostindien.
200	Rumpff, F.	= Balcarry	1	9 = 12 =	= Australien u. der Westk. von Südamerika.
201	Saiuberlich, Th.	DD. Desterro & Tijuca	4	5 = 18 =	= der Ostk. v. Südamerika.
202	Sander, F.	S. Western Chief	1	4 = 3 =	= Nordamerika u. Westindien.
203	Sander, R.	D. Bayern	2	4 = 7 =	= Ostasien.
204	Sauermilch, B.	S. Columbus	1	8 = 7 =	= Ostasien.
205	Schäffer, N. E.	= Dakota	2	4 = 19 =	= Nordamerika.
206	Scharfe, L.	D. Pernambuco	4	6 = 4 =	= der Ostk. v. Südamerika.
207	Schlüter, F.	S. Caroline	1	2 = 0 =	= Nordamerika.
208	Schlüter, G.	= Panama	1	8 = 3 =	= der Westk. v. Südamerika und Mexiko.
209	Schmidt, R.	= Erato	1	6 = 7 =	= der Westk. v. Südamerika.
210	Schmölder, W.	D. Lübeck	2	9 = 28 =	Zwischen Australien u. den Südsee-Inseln.
211	Schönwand, F.	S. Sophie	1	3 = 10 =	Nach Neuseeland.
212	Scholtz, G.	= Georg	2	4 = 8 =	= Nordamerika.
213	Schröder, F.	D. Borussia	1	2 = 2 =	= Westindien.
214	Schütte, Chr.	S. Der Nordpol	1	3 = 18 =	= Westindien.
215	Schütte, J. H.	= Fidelio	1	1 = 29 =	= Nordamerika.
216	Schütterow, H.	D. Rosario	4	6 = 27 =	= der Ostk. v. Südamerika.
217	Schumacher, D.	S. Oberon	1	6 = 13 =	= Australien. [Mexiko.
218	Schumacher, H.	= Auguste	1	5 = 2 =	= Brasilien u. dem Golf von
219	Schumacher, L.	= Marie	1	3 = 20 =	= Brasilien u. dem Golf von
220	Schwarting, B. J.	= George	1	8 = 11 =	= Ostindien. [Mexiko.
221	Schwemer, A.	= Anna v. Klein	1	3 = 26 =	= Celebes.
222	Seedorf, J.	= Adelaide	1	9 = 20 =	= San Francisco.
223	Seemann, M.	= Gustav & Oscar	1	8 = 27 =	= Ostindien.
224	Siegmund, W.	D. Kambyses	2	4 = 24 =	= der Westk. v. Südamerika.
225	Siegener, D.	S. Comet	1	7 = 10 =	= Ostindien.
226	Siems, W.	= Emilie	2	4 = 25 =	= Nordamerika.
227	Sohst, A.	D. Sakkarah	1	3 = 19 =	= der Westküste von Zentral-
228	Spille, B.	S. Katharine	1	6 = 10 =	= Ostindien. [amerika.
229	Steenken, C.	D. Frankfurt	4	6 = 21 =	= dem La Plata.
230	Steenken, J.	S. Niagara	2	7 = 12 =	= Nordamerika.
231	Steffens, H.	= Livingstone	1	8 = 1 =	= Ostasien.
232	Steinbömer, C.	= Schiller	1	4 = 25 =	= San Francisco.
233	Steincke, C.	= Plus	1	5 = 7 =	= der Westk. v. Südamerika.
234	Störmer, L.	D. Braunschweig	3	7 = 10 =	= Ostasien. [Oregon.
235	Stoll, E.	S. Carl Both	2	10 = 10 =	= Ostindien, Australien und
236	Stuck, F.	= Argo	1	6 = 25 =	= der Westk. v. Südamerika.

Digitized by Google

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
237	Susewind, E.	S. Germania	2	7 Mt. 29 Tage	Nach San Francisco.
238	Thalenhorst, C. ...	D. Salier	2	5 " 14 "	" Australien.
239	Thatje, C.	S. Maria Rickmers	1	8 " 7 "	" Ostindien.
240	Thumann, G.	D. Baltimore	4	6 " 16 "	" der Ostk. von Südamerika.
241	Thurau	Feuerschiff Adlergrund.....	2	7 " 22 "	In der Ostsee.
242	Tiedken, Th.	S. Friederike	2	3 " 12 "	Nach Nordamerika.
243	Vahland, H.	" Hermann	1	2 " 20 "	" Nordamerika.
244	Vring v. d., W....	" Fürst Bismarck	1	11 " 8 "	" den Sandwich-Inseln und San Francisco.
245	Wähmann, Fr.....	" Felix Mendelssohn	1	4 " 16 "	" Nordamerika.
246	Wallis, R.....	" Aequator	1	20 " 3 "	" der Westk. v. Süd- u. Nordamerika u. dem La Plata.
247	Warmuth, C.....	" Banco Mobiliariso.....	1	5 " 26 "	" der Westk. v. Südamerika.
248	Warneke, F.....	" Amelia	1	2 " 12 "	" Nordamerika.
249	Warneke, G.....	" Terpsichore	1	5 " 5 "	" Ostindien.
250	Warnken, L.....	" Marie	2	4 " 20 "	" Nordamerika.
251	Warnkes, F.....	D. Stettin	1	3 " 1 "	In Ostasien. [u. China.
252	Weiss, P.	S. Bylgia	1	8 " 5 "	Nach Westindien, Nordamerika
253	Westergaard, E....	" Adolph	1	5 " 22 "	" der Westk. v. Südamerika.
254	Wienefeld, F.....	S. Margaretha Gaiser	2	7 " 2 "	" Westafrika.
255	Wieting, W.....	" J. H. Ramien	1	7 " 14 "	" der Westk. v. Südamerika.
256	Wilmsen, W.	" Wilhelm	2	3 " 28 "	" Nordamerika.
257	Wilson, J. A.	D. Menes	3	7 " 18 "	" der Westk. v. Südamerika.
258	Wilts, C.....	S. Asante.....	1	3 " 10 "	" Niederl. Guayana.
259	Winter, H.	D. Ohio	4	6 " 23 "	" dem La Plata.
260	Wittenberg, G.....	" Corona	3	5 " 4 "	" dem Golf v. Mexiko, Nordamerika u. Canada.

Auszugs-Journale wurden eingeliefert:

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
1	Abraham, C.	D. Carl Woermann	2	3 Mt. 28 Tage	Nach dem La Plata u. Westafrika.
2	Albers, A.....	DD. Rugia u. Wieland	8	5 " 28 "	" Nordamerika.
3	Barends, H.....	" Westphalia u. Lessing.	7	4 " 29 "	" Nordamerika.
4	Bauer, H.	D. Gothia	2	2 " 0 "	" Nordamerika.
5	Berdrow, Ph.	" Eider	7	3 " 28 "	" Nordamerika.
6	Bödecker, H.	DD. America u. Main	6	4 " 25 "	" Nordamerika.
7	Bruns, H.	D. Weser	8	7 " 12 "	" Nordamerika.
8	Busch, G.	" Teutonia	4	3 " 4 "	" Westindien.
9	Bussius, R.....	" Werra	12	7 " 8 "	" Nordamerika.
10	Christoffers, H. ...	" Aller	12	6 " 8 "	" Nordamerika.
11	Duken, J.....	" Bremen	1	0 " 7 "	" Portugal.
12	Franck, G.....	" Australia	6	6 " 24 "	" Nordamerika.
13	Gössel v., K.....	" Köln	2	2 " 2 "	" Nordamerika.
14	Hamelmann, F. ...	" Aller	1	0 " 16 "	" Nordamerika.
15	Hebich, C.	DD. Wieland u. Hammonia.	6	3 " 24 "	" Nordamerika.
16	Heineke, H..	D. America.....	5	4 " 0 "	" Nordamerika.
17	Hellmers, H.....	" Eider.....	2	1 " 4 "	" Nordamerika.
18	Hülsen, M.	" India	2	3 " 16 "	" d. La Plata, Nordamerika u. dem Golf v. Mexiko.
19	Jahns, L.....	" Rhein	2	1 " 22 "	" Nordamerika.

Digitized by Google

	Kapitän	Schiff	Anzahl der eingelieferten Journale	Inhalt an Beobachtungszeit	Fahrten
20	Jensen, J. W.	D. Erna Woermann	1	2 Mt. 11 Tage	Nach Westafrika.
21	Jüngst, Th.	» Ems	10	5 » 10 »	» Nordamerika.
22	Karlowa, R.	DD. Bohemia u. Rhaetia	6	4 » 26 »	» Nordamerika.
23	Kördell, C.	» Gothia u. Rugia	6	5 » 12 »	» Nordamerika.
24	Kohlmann, A.	D. Hermann	6	4 » 22 »	» Nordamerika.
25	Kopff, E.	» Francia	3	2 » 14 »	» Westindien.
26	Kühlewein, W.	» Gellert	5	3 » 1 »	» Nordamerika.
27	Kühn, A.	» Polynesia	6	6 » 4 »	» Nordamerika.
28	Kuhlmann, W.	» Main	1	0 » 24 »	» Nordamerika. [Ostindien.
29	Kuhn, A.	» Donar	2	2 » 5 »	» dem Golf von Mexiko und
30	Landerer, R.	» Albingia	4	4 » 1 »	» Westindien.
31	Leithäuser, H.	» Hungaria	5	4 » 23 »	» Nordamerika, Westindien u. dem Golf von Mexiko.
32	Ludwig, C.	» Suevia	8	5 » 14 »	» Nordamerika.
33	Möller, M.	» Donau	1	0 » 24 »	» Nordamerika.
34	Meyer, G.	» Elbe	10	5 » 24 »	» Nordamerika.
35	Pezoldt, O.	» Moravia	5	4 » 2 »	» Nordamerika.
36	Richter, H.	» Saale	12	6 » 24 »	» Nordamerika.
37	Ringk, R.	» Fulda	10	5 » 12 »	» Nordamerika.
38	Rodenberg, F.	» Strassburg	2	1 » 16 »	» Nordamerika.
39	Rüsch, J. H.	» Australia	1	1 » 2 »	» Nordamerika.
40	Schade, J.	» Polaria	4	4 » 6 »	» Nordamerika.
41	Schmidt, G.	» Rhenania	4	3 » 14 »	» Westindien.
42	Schmidt, H.	» Slavonia	6	5 » 16 »	» Nordamerika.
43	Schröder, F.	» Allemannia	1	1 » 0 »	» Westindien.
44	Spruth, F.	» Allemannia	2	2 » 12 »	» Westindien u. dem Golf v.
45	Schwensen, H.	» Hammonia	3	1 » 14 »	» Nordamerika. [Mexiko.
46	Beob. Stubenrauch, R.	Station Punta Arenas	1	5 » 12 »	
47	Supmer, H.	D. Donau	7	5 » 6 »	» Nordamerika.
48	Töpser, W.	» Rhein	4	3 » 8 »	» Nordamerika.
49	Vogelgesang, H.	» Rhaetia	6	4 » 16 »	» Nordamerika.
50	Voss, J.	» Lydia	2	6 » 11 »	» Ostasien.
51	Winkler, O.	» California	5	3 » 20 »	» Nordamerika.
52	Willigerod, W.	» Trave	11	5 » 20 »	» Nordamerika.

Die unter den Nummern 5, 13, 16, 19, 20, 25, 28, 38 und 43 aufgeführten Kapitäne befinden sich auch in dem vorhergehenden Verzeichniss.

VIII. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung II.

Beschaffung und Prüfung der nautischen, meteorologischen und magnetischen Instrumente und Apparate. Anwendung der Lehre vom Magnetismus in der Navigation. Modell- und Instrumenten-Sammlung.

Die Beschaffung an Instrumenten und Apparaten beschränkte sich auch in diesem Jahre auf Ergänzungen des Inventars für die Zentralstelle und die Zweigorgane; Neubeschaffungen von besonderer Erheblichkeit kamen auch in dem Berichts-Jahre nicht vor. In der Einleitung wurde schon erwähnt, dass es sich in vieler Hinsicht als nothwendig erwiesen hatte, den vorhandenen Gasmotor von 2 Pferdekräften durch einen anderen von 4 Pferdekräften zu ersetzen. Die dadurch erzielte Verbesserung der Einrichtung kam in erster Linie dem zur Prüfung von Anemometern verwendeten Combe'schen Apparate zu Gute.

Digitized by Google

Wir werden an einer anderen Stelle dieses Berichtes über die Prüfung des im Lichthofe (in der Nordecke) errichteten Glyzerin-Barometers berichten; hier mag nur erwähnt werden, dass sich dieser Apparat nach Durchführung einiger Verbesserungen, die sich in Folge der im Laufe des Frühjahrs und Sommers angestellten Vorversuche wünschenswerth erwiesen hatten, vortrefflich bewährte. (Siehe Jahres-Bericht IX, Seite 4.)

Die von Th. Knoblich in Hamburg gelieferte Pendeluhr, welche mit einer Quecksilber-Barometer-Kompensation und mit Quecksilber-Thermometer-Kompensation versehen ist (und nicht, wie ursprünglich beabsichtigt wurde, Jahres-Bericht VI, Seite 29, mit einem pneumatischen Verschlusse), war Gegenstand steter Versuche und Prüfung im Laufe des Berichts-Jahres. Das Instrument zeigte unter den mannigfachsten Veränderungen des Luftdruckes und mässiger Schwankung in der Temperatur des Raumes vortreffliche Gänge. Sobald die Versuche und die eingehende Prüfung beendigt sein werden, wird über dieses in vieler Hinsicht interessante Instrument Bericht erstattet werden. Es wurde die Knoblich'sche Uhr, welche sowohl mit dem Chronographen im Lichthofe, als mit jenem beim Pendel-Apparat im Korridor zum magnetischen Observatorium in Verbindung gesetzt werden kann, vielfach bei den Uhrvergleichungen und den Chronometer-Versuchen auf dem Combe'schen Apparate benutzt.

1. Die Prüfung und Beschaffung meteorologischer Instrumente.

Im Laufe des Jahres 1887 wurden in der Abtheilung II an meteorologischen Instrumenten die folgenden geprüft und deren Korrektionen ermittelt:

a. Barometer.

1)	Normal- und Stations-Barometer	(5)	14
2)	Marine-Barometer	(150)	154
3)	Aneroid-Barometer	(38)	34
		zusammen	202

Davon waren 17 Instrumente speziell zu Höhenmessungen eingerichtet.

b. Thermometer.

1)	Normal-Thermometer	(6)	12
2)	Psychro-Thermometer für Landgebrauch	(75)	24
3)	„ „ „ Seegebrauch		91
4)	Marine- „	(356)	305
5)	Extrem- „	(31)	16
6)	Schleuder- „	(12)	2
7)	Thermometer verschiedener Art	(54)	12
		zusammen	462.

NB. Die in obiger Aufführung in Klammern eingeschlossenen Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1886.

Es gelangten somit im Ganzen 664 meteorologische Instrumente zur Prüfung und verdient hervorgehoben zu werden, dass auch in diesem Jahre nur eine geringe Anzahl der eingelieferten Apparate in einem Zustande war, welcher eine genaue Prüfung nicht zuliess.

Aus Mangel an Zeit mussten aus dem Berichts-Jahre nur einige Marine-Thermometer und ein Marine-Barometer, welches sich zur Zeit in Reparatur befand, in das folgende Jahr mit übergeführt werden. Ein wesentlicher Grund, der in dieser Thatsache zu erkennenden günstigen Sachlage ergiebt sich aus dem Umstande, dass die Abtheilung die oft sehr zeitraubenden Prüfungen von Normal-Thermometern nicht mehr in dem Umfange, wie ehedem, ausführte. Nur Instrumente dieser Art, welche für den eigenen Gebrauch des Institutes oder zu wissenschaftlichen Zwecken (auf Reisen, Expeditionen u. s. w.) Verwendung zu finden bestimmt waren, wurden nach wie vor in der Abtheilung untersucht.

Die weitaus grösste Zahl solcher Normal-Thermometer wird dem Vernehmen nach gegenwärtig in der Kaiserl. Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg und in der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission in Berlin geprüft. Auch das Physikalische Staats-Laboratorium zu Hamburg wird gegenwärtig durch die Prüfung dieser Instrumente, sowie ärztlicher Thermometer u. s. w. sehr in Anspruch genommen. (Siehe Jahres-Bericht IX, Seite 24 und 25.)

Digitized by Google

Die umfangreiche Untersuchung des Normal-Thermometers der Seewarte, welche im Laufe des Jahres 1886 durch Herrn Dr. Pernet zur Ausführung gelangte (siehe Jahres-Bericht IX, Seite 24 und 25) fand Ende des Berichts-Jahres ihren Abschluss. Das Resultat dieser wichtigen Untersuchung wird in einer, der Bedeutung des Gegenstandes entsprechenden Weise in „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte" bekannt gegeben werden. Es erscheint aber zweckmässig, schon hier im Anschlusse an die früheren Untersuchungen der Seewarte einige der wesentlichsten Resultate der Untersuchung des Herrn Dr. Pernet niederzulegen. Die folgenden diesbezüglichen Ergebnisse mögen hier eine Stelle finden.

Aus den im Jahre 1876 angestellten Untersuchungen über das als Normal-Thermometer der Seewarte angenommene Instrument Ch. F. Geissler No. 57 ergab sich folgende Korrektions-Tabelle:

Im Jahre 1876 wirklich angewandte Korrektions-Tabellen für das Normal-Thermometer Ch. F. Geissler, No. 57.

Bei	Vom 18. Jan. bis 1. Febr.	Vom 1. Febr. bis 3. März	Vom 3. März bis 27. Mai	Vom 27. Mai bis 17. Juli	Vom 17. Juli bis 24. Juli	Vom 24. Juli bis 31. Juli	Vom 1. Aug. bis 31. Aug.	Vom 1. Sept. bis 30. Sept.	Oktober 1876	November	Dezember
0°	—0°.01	—0°.04	—0°.06	—0°.08	+0°.02	—0°.03	—0°.05	—0°.06	—0°.07	—0°.08	—0°.09
5°	—0.02	—0.05	—0.07	—0.09	+0.01	—0.04	—0.06	—0.07	—0.08	—0.09	—0.10
10°	—0.04	—0.07	—0.09	—0.11	—0.01	—0.06	—0.08	—0.09	—0.10	—0.11	—0.12
15°	—0.05	—0.08	—0.10	—0.12	—0.02	—0.07	—0.09	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13
20°	—0.05	—0.08	—0.10	—0.12	—0.02	—0.07	—0.09	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13
25°	—0.06	—0.09	—0.11	—0.13	—0.03	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13	—0.14
30°	—0.06	—0.09	—0.11	—0.13	—0.03	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13	—0.14
35°	—0.07	—0.10	—0.12	—0.14	—0.04	—0.09	—0.11	—0.12	—0.13	—0.14	—0.15
40°	—0.08	—0.11	—0.13	—0.15	—0.05	—0.10	—0.12	—0.13	—0.14	—0.15	—0.16
45°	—0.06	—0.09	—0.11	—0.13	—0.03	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13	—0.14
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
100°	—0.04	—0.04	—0.04	—0.04	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05

Vom 1. Januar 1877 an sind alle Thermometer-Angaben der Seewarte auf den Abstand des durch Siedehitze maximal deprimirten Siedepunktes von dem dadurch deprimirten Nullpunkte bezogen worden, so dass ein Zentigrad als der hundertste Theil dieses Abstandes definirt wird. Es ist dabei zur Berechnung der Korrektionen des Thermometers angenommen, dass der Depressionswerth, welcher in Rechnung gezogen werden muss, proportional dem Quadrate der Zahl, welche die Temperatur in Zentigraden angiebt, vom Nullpunkte an aufwärts abnimmt. Dementsprechend ist nur noch eine Korrektions-Tabelle für den durch Siedehitze maximal deprimirten Nullpunkt aufgestellt und dabei die Werthe, wie sie aus einer am 22. Januar 1876 durchgeführten Untersuchung abgeleitet sind, berücksichtigt worden. Die Korrektionswerthe für die einzelnen Temperaturen sind dann nach dem jeweiligen Nullpunkte, wie derselbe aus den Beobachtungen der letzten Zeit vorher abgeleitet wurde, berechnet nach der Formel:

$$C = C_0 + \left[1 - \left(\frac{t}{100}\right)^2\right] [N - N_0],$$

worin C die gesuchte Korrektion für die Temperatur t, C_0 die in der Korrektions-Tabelle für den durch Siedehitze maximal deprimirten Nullpunkt enthaltene Korrektion, N die Korrektion des jeweiligen Nullpunktes und N_0 die Korrektion des durch Siedehitze maximal deprimirten Nullpunktes bezeichnet.

Nimmt man als wahrscheinlichsten Werth der Korrektion für den durch Siedehitze maximal deprimirten Nullpunkt während des Jahres 1876 die Grösse +0°.02 an, und als Maximalwerth der Depression des Nullpunktes durch Siedehitze 0°.11, ferner als die wahrscheinlichsten Werthe der jeweiligen Nullpunkts-Korrektion:

Vom	18. Januar	bis	1. Februar	—0°.03,	vom	27. Mai bis	17. Juli —0°.08,
„	1. Februar	„	3. März	—0.05,	„	17. Juli „	24. „ 0.00,
„	3. März	„	27. Mai	—0.07,	„	24. „ „	31. „ —0.03,

Digitized by Google

für den Monat August —0°.05,	für den Monat November —0°.08,
„ „ „ September —0.06,	„ „ „ Dezember —0.03,
„ „ „ Oktober —0.07,	

so erhalten wir zunächst:

Korrektions-Tabelle für den durch Siedehitze maximal deprimirten Nullpunkt.

Bei	Korrektion	Bei	Korrektion	Bei	Korrektion	Bei	Korrektion
0°	+0°.02	15°	—0°.02	30°	—0°.03	45°	—0°.03
5°	+0.01	20°	—0.02	35°	—0.04	..	..
10°	—0.01	25°	—0.03	40°	—0.05	..	..
						100°	—0.05

Ferner erhalten wir, als die im Jahre 1876 wahrscheinlich richtigsten Korrektions-Tabellen des Normal-Thermometers Ch. F. Geissler, No. 57.

Bei	Vom 18. Jan. bis 1. Febr.	Vom 1. Febr. bis 3. März	Vom 3. März bis 27. Mai	Vom 27. Mai bis 17. Juli	Vom 17. Juli bis 24. Juli	Vom 24. Juli bis 31. Juli	Im August	Im September	Im Oktober	Im November	Im Dezember
0°	—0°.03	—0°.05	—0°.07	—0°.08	0°.00	—0°.03	—0°.05	—0°.06	—0°.07	—0°.08	—0°.09
5°	—0.04	—0.06	—0.08	—0.09	—0.01	—0.04	—0.06	—0.07	—0.08	—0.09	—0.10
10°	—0.06	—0.08	—0.10	—0.11	—0.03	—0.06	—0.08	—0.09	—0.10	—0.11	—0.12
15°	—0.07	—0.09	—0.11	—0.12	—0.04	—0.06	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13
20°	—0.07	—0.09	—0.11	—0.12	—0.04	—0.06	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13
25°	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.05	—0.08	—0.10	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13
30°	—0.08	—0.09	—0.11	—0.12	—0.05	—0.08	—0.09	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13
35°	—0.08	—0.10	—0.12	—0.13	—0.06	—0.08	—0.10	—0.11	—0.12	—0.13	—0.14
40°	—0.09	—0.11	—0.13	—0.13	—0.07	—0.09	—0.11	—0.12	—0.13	—0.13	—0.14
45°	—0.07	—0.09	—0.10	—0.11	—0.05	—0.07	—0.09	—0.09	—0.10	—0.11	—0.12
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
100°	—0.04	—0.04	—0.04	—0.04	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05	—0.05

Es würden demnach an die im Jahre 1876 seit dem 18. Januar auf der Seewarte bestimmten Thermometer-Korrektionen noch folgende Verbesserungen anzubringen sein:

Bei	Vom 18. Jan. bis 1. Febr.	Vom 1. Febr. bis 3. März	Vom 3. März bis 27. Mai	Vom 27. Mai bis 17. Juli	Vom 17. Juli bis 24. Juli	Vom 24. Juli bis 31. Juli	Im August	Im September	Im Oktober	Im November	Im Dezember
0°	—0°.02	—0°.01	—0°.01	0°.00	—0°.02	0°.00	0°.00	0°.00	0°.00	0°.00	0°.00
5°	—0.02	—0.01	—0.01	0.00	—0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10°	—0.02	—0.01	—0.01	0.00	—0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15°	—0.02	—0.01	—0.01	0.00	—0.02	+0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
20°	—0.02	—0.01	—0.01	0.00	—0.02	+0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
25°	—0.02	—0.01	0.00	+0.01	—0.02	0.00	0.00	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
30°	—0.02	0.00	0.00	+0.01	—0.02	0.00	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
35°	—0.01	0.00	0.00	+0.01	—0.02	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
40°	—0.01	0.00	0.00	+0.02	—0.02	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.02	+0.02
45°	—0.01	0.00	+0.01	+0.02	—0.02	+0.01	+0.01	+0.02	+0.02	+0.02	+0.02
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
100°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Digitized by Google

Wie aus obiger Tabelle zu ersehen, erreichen die Korrektionen zu keiner Zeit eine Höhe, so dass denselben eine praktische Bedeutung beigelegt werden könnte.

Schliessen wir die sämmtlichen Temperatur-Messungen, welche mit Hülfe von Thermometern angestellt sind, die auf der Seewarte geprüft wurden, an das von Herrn Dr. Pernet in Breteuil benutzte Wasserstoff-Thermometer an, wie dies mit Hülfe späterer Vergleichungen des Normal-Thermometers der Seewarte, worüber, wie bereits gesagt, ein Bericht *in extenso* veröffentlicht werden wird, möglich ist, so ergeben sich für die Temperaturen, wenn nur die von der Seewarte ermittelten Korrektionen in Rechnung genommen werden, noch folgende weitere Korrektionen:

Bei	Vom 18. Jan. bis 1. Febr. 1876	Vom 1. Febr. bis 3. März 1876	Vom 3. März bis 27. Mai 1876	Vom 27. Mai bis 17. Juli 1876	Vom 17. Juli bis 24. Juli 1876	Vom 24 Juli bis 31. Juli 1876	Im August 1876	Vom 1. Sept bis 31. Dezbr. 1876
0°C.	—0°02 C.	—0°01 C.	—0°01 C.	0°00 C.	—0°02 C.	0°00 C.	0°00 C.	0°00 C.
5° „	—0.06 „	—0.05 „	—0.05 „	—0.04 „	—0.06 „	—0.04 „	—0.04 „	—0.04 „
10° „	—0.09 „	—0.08 „	—0.08 „	—0.07 „	—0.09 „	—0.07 „	—0.07 „	—0.07 „
15° „	—0.11 „	—0.10 „	—0.10 „	—0.09 „	—0.11 „	—0.08 „	—0.08 „	—0.09 „
20° „	—0.12 „	—0.11 „	—0.11 „	—0.10 „	—0.12 „	—0.09 „	—0.09 „	—0.10 „
25° „	—0.13 „	—0.12 „	—0.11 „	—0.10 „	—0.13 „	—0.11 „	—0.11 „	—0.10 „
30° „	—0.14 „	—0.12 „	—0.12 „	—0.11 „	—0.14 „	—0.12 „	—0.11 „	—0.11 „
35° „	—0.13 „	—0.12 „	—0.12 „	—0.11 „	—0.14 „	—0.11 „	—0.11 „	—0.11 „
40° „	—0.12 „	—0.11 „	—0.11 „	—0.09 „	—0.13 „	—0.10 „	—0.10 „	—0.10 „
45° „	—0.12 „	—0.11 „	—0.10 „	—0.09 „	—0.13 „	—0.10 „	—0.10 „	—0.09 „

Nachträglich sei noch bemerkt, dass bei der Ableitung dieser Werthe die von Herrn Dr. Pernet ausgeführten Kaliber-Untersuchungen (einschliesslich der Theilungsfehler), die sich mit den von der Seewarte früher ermittelten Werthen der Gesammt-Korrektionen in Bezug auf das Kaliber (scheinbare Kaliber-Korrektion) nahezu vollständig decken, mit zur Verwendung gelangten.

Zu Ende des Berichts-Jahres konnten in frisch gefallenem Schnee an verschiedenen Normal-Thermometern der Seewarte Nullpunkt-Bestimmungen vorgenommen werden; die gefundenen Werthe mögen — wie auch in früheren Jahren geschehen — (Jahres-Bericht VIII, Seite 37) hier folgen.

Fuess' Patent (ohne No.) —0°18,
No. 88 ..... —0.41,
„ 93 ..... —0.50,
„ 97 ..... —0.50,
„ 98 ..... —0.50,
„ 122 ..... —0.38.

Die Beobachtungen wurden ausgeführt von den Herren Kapitän Koldewey, Dr. Ambronn und A. Lauenstein.

Die Beschaffung von meteorologischen Instrumenten. Im Laufe des Berichts-Jahres wurden neu beschafft: 6 Marine-Barometer, 3 Aneroide, 12 Normal-Psychrometer (für Landstationen), 99 Marine-Thermometer, 2 Thermometer verschiedener Art.

Der Bestand an Instrumenten am Ende des Jahres 1887 belief sich nach Abgang der durch Schiffbruch verlorenen oder auf andere Weise unbrauchbar gewordenen Instrumente auf:

50 Normal- und Stations-Barometer,
159 Marine-Barometer,
57 Aneroide,
135 Normal- und Psychro-Thermometer für Landstationen,
120 Extrem-Thermometer,
721 Marine-Thermometer,
86 Thermometer verschiedener Art,
19 Aräometer.

Digitized by Google

Auch in diesem Jahre war unter den am Institute untersuchten Instrumenten eine erhebliche Zahl solcher, welche für die Zwecke wissenschaftlicher Reisen oder zur Aufstellung an den Stationen in den deutschen Schutzgebieten bestimmt waren. Es mögen hier nur die zu den Ausrüstungen der Herren Dres. Junker, Vogel und Zintgraff und des Herrn Lieutenant Kund gehörigen Instrumente erwähnt werden.

Die meteorologischen Registrir-Apparate — mit Ausnahme des Sprung'schen Barographen und der Anemometer — wurden, wie in den früheren Jahren, von der Abtheilung beaufsichtigt und die Aufzeichnungen der beiden Hipp'schen Thermographen (Reservoir und vor dem Beobachtungs-Fenster der Seewarte) regelmässig reduzirt. Es ist hier zu erwähnen, dass im Laufe des Berichts-Jahres die Temperatur nicht mehr, wie in früherer Zeit, mittels des Luft-Thermometers des Schreiber'schen Baro-Thermographen, sondern mit einem Hipp'schen Metall-Thermographen aufgezeichnet worden ist. Die Aenderung fand statt im Januar 1887, in dessen Verlaufe aber der erwähnte Apparat noch in mehrfacher Weise korrigirt werden musste, so dass erst vom 1. Februar 1887 an sich alle Temperatur-Angaben auf diesen Apparat beziehen. Für den Monat Januar wurden die Temperaturen am Meteorologischen Fenster auf Grund eines ganz gleichen Hipp'schen Thermographen abgeleitet, welcher Thermograph schon seit Jahren auf dem Reservoir nordöstlich vom Dienstgebäude aufgestellt ist.

Die Aufstellung des Hipp'schen Thermographen am Meteorologischen Fenster und innerhalb eines Jalousie-Gehäuses war in unmittelbarer Nähe des Gefässes des Schreiber'schen Thermographen so gewählt, dass die Position beider Instrumente auch mit Beziehung auf die Höhe vom Boden als nahezu identisch angesehen werden kann.

2. Die Prüfung und Beschaffung astronomischer und magnetischer Instrumente.

Die Zahl der zur Prüfung gelangten astronomischen und magnetischen Instrumente war im Berichts-Jahre eine erheblich gesteigerte, was namentlich seinen Grund in der grösseren Menge der eingelieferten Sextanten und Oktanten hatte.

Es wurden geprüft:

a)	Sextanten und Oktanten.....	(199) ...	280
b)	Kompasse und Kompass-Rosen....	(130) ...	64
c)	Kompensations-Magnete	(115) ...	126
d)	Deviations-Magnetometer	(2) ...	4

Weiterhin wurden noch vor Abgabe an die betreffenden Interessenten auf der Abtheilung untersucht:

e)	Sextantenspiegel-Prüfungs-Apparat.	(0) ...	2
f)	Ablenkungs-Apparat zur Bestimmung magnetischer Momente	(0) ...	1.

Für die Zwecke der Zentralstelle gingen ausserdem bei der Abtheilung II noch die folgenden Instrumente und Apparate ein und wurden den Beständen einverleibt:

1 Theodolit von Dennert & Pape in Altona, in erster Linie für die Zwecke des Lehrkursus bestimmt,
1 künstlicher Horizont, wie oben,
1 magnetisches Vertikalkraft-Instrument nach Kapt. Creak der britischen Marine, für die Kompensation des Krängungsfehlers bestimmt,
1 dreischenkeliger Transporteur von 75 mm Halbmesser, eingetheilt in 20′.
1 Parallel-Lineal und 1 Taschen-Kompass.

Wie schon hervorgehoben, ist es vornehmlich die Zahl der Sextanten, welche eine ganz erhebliche Steigerung erfahren hat; und zwar lieferte die Firma August Carstens in Hamburg den bei Weitem grösseren Theil der Gesammtzahl dieser Instrumente. Der Prozentsatz der zur Reparatur zurückgewiesenen oder überhaupt unbrauchbaren Instrumente im Verhältnisse zu den eingelieferten betrug etwa 5%, während nahezu 2% aus Mangel an Zeit oder wegen anhaltend trüben Wetters nicht untersucht werden konnten.

Die Anzahl aller bei der Abtheilung eingegangenen Instrumente und Apparate betrug während des Berichts-Jahres 1242, welche sich — soweit sie einer Prüfung unterzogen worden — in der aus obiger Aufstellung hervorgehenden Weise vertheilen. Eine kleine Anzahl von Instrumenten wurde der Abtheilung nur zur Aufbewahrung übergeben, während die Untersuchung weniger Instrumente (mit Ausnahme einer grösseren Anzahl Kompensations-Magnete) in das Jahr 1888 übertragen werden musste.

Digitized by Google

Nach Angabe des Direktors der Seewarte wurde von G. Hechelmann-Hamburg für das Institut ein einfacher magnetischer Reise-Apparat konstruirt. Da dieses Instrument erst gegen Ende des Berichts-Jahres abgeliefert werden konnte, demnach Untersuchungen damit nicht angestellt wurden, so wird dessen Besprechung im Einzelnen zweckmässiger Weise erst im nächsten Jahre erfolgen.

Die Anzahl der bei der Abtheilung im Laufe des Berichts-Jahres eingegangenen oder durch dieselbe erledigten Schriftstücke beträgt etwa 250.

Bestimmung des Normalstandes des Barometers der Seewarte. Im Jahre 1876 hatte die Direktion auf Veranlassung der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission den bis zu jenem Zeitpunkte angenommenen Normalstand des Barometers geändert. Eine eingehende Untersuchung, welche Seitens des Direktors über die Normalstände der Barometer in verschiedenen Ländern angestellt worden war, und zwar in Veranlassung eines dem II. Meteorologen-Kongresse in Rom vorzulegenden Berichtes*), hatte als Resultat ergeben, dass der nach dem oben genannten Datum angenommene Normal-Barometerstand der Seewarte um 0.5 mm (genau 0.53 mm) gegen alle übrigen Haupt-Observatorien Europas zu hoch angenommen worden sei. Da dieses Resultat auch mit dem Normalstande des Barometers „Adie" des Hydrographischen Bureaus der Kaiserlichen Admiralität in Berlin nahezu übereinstimmte, so lag die Vermuthung nahe, dass der angenommene Normal-Barometerstand in Wirklichkeit um rund einen halben Millimeter zu hoch sei (siehe Dr. Neumayer's Brochüre, Seite 12 u. ff.) Die Direktion glaubte eine Aenderung hierin jedoch nicht eintreten lassen zu sollen, ehe nicht auf Grund in dem Institute selbst ausgeführter Messungen die Frage über den Normal-Barometerstand der Seewarte endgültig entschieden werden könne. Das in den unteren Räumen des Institutes aufgestellte Normal-Barometer von Fuess, ablesbar mit einem grossen Kathetometer von Bamberg, bot hierzu eine Gelegenheit und ein vortreffliches Mittel. Im Monate März des Jahres 1886 wurde von dem Direktor eine grosse Anzahl vergleichender Untersuchungen mittels des Normal-Barometers und der bei den Ablesungen in der Seewarte benutzten beiden Barometer Fuess No. 9 und No. 10 ausgeführt. Das Resultat dieser Beobachtungen, welche vom 6.—31. März allabendlich durchgeführt worden sind, stimmte mit dem in der oben zitirten Brochüre mitgetheiltem Resultate bis auf wenige Hundertel überein. Es ergab sich daraus, dass in der That der in den Jahren 1876—1885 in den Beobachtungs-Ergebnissen angenommene Normal-Barometerstand um 0.46 mm zu hoch sei. Die Diskussion der Beobachtungen, deren Veröffentlichung *in extenso* vorbehalten bleibt, konnte erst zu Anfang des Berichts-Jahres (1887) zum Abschlusse gebracht werden. Eine Verwendung dieser Thatsache bei den Veröffentlichungen konnte daher erst bei dem im Laufe des Berichts-Jahres veröffentlichten Jahrgange IX der „Meteorologische Beobachtungen in Deutschland" erfolgen. Schon im Jahrgange VIII der soeben angezogenen Veröffentlichung konnte übrigens die nachfolgende Notiz noch Aufnahme finden:

> **„Die Barometerstände der Stationen der Seewarte sind in allen Jahrgängen dieser Publikation (1876—1885) um 0.46 mm (abgerundet 0.5 mm) zu hoch und müssen dementsprechend um diesen Betrag erniedrigt werden. Die Anbringung der obigen Korrektion in dieser Publikation wird erst mit dem Jahrgange 1886 erfolgen können, so dass also erst von letzterem Jahrgange an die Barometerstände unverändert (ohne Anbringung einer weiteren Korrektion) angenommen werden können."**

Es bedarf wohl kaum der Erinnerung, dass Sorge dafür getragen wurde, dass die Richtigstellung des Barometer-Normalstandes der Seewarte, damit derselbe in Einklang mit jenem anderer Zentralstellen gebracht werde, auch in allen Fällen, wo es sich um Angaben der Barometerstände der Seewarte handelt, strengstens durchgeführt worden ist.

Diese Mittheilung, welche eigentlich im Jahres-Berichte 1886 hätte erfolgen sollen, wird nur aus den aus dem Obigen ersichtlichen Gründen erst an dieser Stelle angefügt.

* * *

In der Hauptagentur zu Bremerhaven wurde im Laufe des Berichts-Jahres ebenfalls eine erhebliche Anzahl von Prüfungen meteorologischer und nautischer Instrumente und Apparate vorgenommen.

Marine-Barometer-Prüfungen fanden statt im Ganzen 143, welche sich auf 100 einzelne Instrumente vertheilen; ebenso gelangten 237 Marine-Thermometer in 338 einzelnen Prüfungen zur Untersuchung. In

*) Siehe „Dr. Neumayer, Bericht über die Vergleichung der Normal-Barometer der verschiedenen deutschen Zentralstellen und Stationen, Hamburg, 1879."

Digitized by Google

48 Einzel-Prüfungen wurden 34 Psychrometer untersucht, während ausserdem noch 3 Aräometer zur Vergleichung gelangten.

Weiterhin wurden untersucht:

17 Sextanten,
7 Halbsextanten und Oktanten,
10 Seiten-, 5 Topp- und 3 Anker-Laternen.

Ueber die Thätigkeit der Hauptagentur auf dem Gebiete der Deviations-Bestimmung wird im nächsten Abschnitte berichtet werden.

3. Die Anwendung der Lehre vom Magnetismus in der Navigation.

a. Untersuchung von eisernen Schiffen in Bezug auf ihre Deviations-Verhältnisse. Aus der Anlage zu diesem Abschnitte des Berichtes ist ersichtlich, dass im Jahre 1887 an dem Zentral-Institute und den Agenturen 45 Schiffe in Bezug auf die Deviations-Verhältnisse ihrer Kompasse untersucht wurden, und zwar:

1)	In Hamburg	17	Dampfer und	4	Segelschiffe,
2)	„ Flensburg	3	„ „	1	„
3)	„ Kiel	2	Torpedoboote	—	—
4)	„ Neufahrwasser	12	Dampfer und	1	„
5)	„ Swinemünde	4	„	—	—
6)	„ Bremerhaven	—	—	1	„

Ueber die Gründe der Abnahme der Deviations-Bestimmung durch die Seewarte, besonders in Hamburg, ist schon in den früheren Jahres-Berichten eingehend gesprochen worden (siehe Jahres-Bericht IX, Seite 26 und Jahres-Bericht VIII, Seite 40), wesshalb an dieser Stelle darauf zurückzukommen wohl nicht nöthig ist.

Besuche an Bord zur Rathertheilung bezüglich Aenderungen der Kompensation, Aufstellung und Beschaffung der Kompasse wurden im Berichts-Jahre ausser bei den Schiffen, auf welchen Deviations-Bestimmungen vorgenommen sind, 13 gemacht.

b. Das regelmässige Führen der Deviations-Journale und deren Diskussion. Es wurden 137 neue Deviations-Journale ausgegeben und zurückgeliefert, mit Beobachtungen gefüllt von Dampfern 77, von Segelschiffen 25, zusammen 102 gegen 82 im Vorjahre. Diese Zunahme von Schiffen, welche das Deviations-Journal führen, deckt sich mit der Abnahme der Deviations-Bestimmungen und ist ein Beweis, dass das Verständniss für die Deviationslehre unter den Schiffsführern sich mehr und mehr ausbreitet.

Die Schiffe, deren Kapitäne grösstentheils als dauernde Mitarbeiter angesehen werden können, vertheilen sich, wie folgt:

1) Dampfer:

Hamburg-Amerikanische Packetfahrt-Aktien-Gesellschaft	23	Deviations-Journale,
Norddeutscher Lloyd	12	„ „
Hamburg-Südamerikanische Dampfschifffahrt-Gesellschaft	21	„ „
Deutsche Dampfschifffahrts-Gesellschaft Kosmos	12	„ „
Frachtdampfer verschiedener Hamburger u. Bremer Firmen	29	„ „
zusammen	97	Deviations-Journale.

2) Segelschiffe:

von Hamburg	37	Deviations-Journale,
„ Bremen	7	„ „
„ Elsfleth	4	„ „
„ Altona	1	„ „
zusammen	49	Deviations-Journale.

An Deviations-Journalen gab die Hauptagentur in Bremerhaven im Laufe des Berichts-Jahres im Ganzen 41 aus, während 22 Journale, mit Beobachtungen gefüllt, bei der Agentur eingingen.

Digitized by Google

Das schon seit einigen Jahren in der Bearbeitung begriffene Buch über die Deviation und die Kompasse „Der Kompass an Bord“ wurde im Laufe des Berichts-Jahres so weit gefördert, dass das Manuskript nahezu druckfertig vorlag. Die Vorbereitungen zur Drucklegung dieses Werkes sollten mit dem Beginne des Jahres 1888 ihren Anfang nehmen. Die Ergebnisse aus der Diskussion einer grösseren Anzahl von Deviations-Journalen sind bei einzelnen Kapiteln dieses Werkes zur Verwerthung gelangt.

Bezüglich der Verbesserung der Konstruktion der Kompass-Rosen ist zu erwähnen, dass eine leichte Rose, welche als Modifikation der Thomson'schen anzusehen ist und von Hechelmann in Hamburg angefertigt wurde, sehr in Aufnahme kam. Das Gewicht dieser Rosen beträgt 30 bis 40 Gramm, während das der Admiralitäts-Rose bekanntlich 90 bis 100 Gramm beträgt. Der Gebrauch der Fluid-Kompasse wird auf Dampfern immer allgemeiner, so dass man sagen kann, dass in der Dampfer-Navigation diese Gattung von Kompassen fast durchweg den ersten Rang einnimmt; sie werden selbst häufig als Regel-Kompasse benutzt, wogegen ein Einwand nicht zu erheben ist, da die Fabrikation dieser unentbehrlichen Hülfsmittel der Navigation sich im Laufe der Zeit ganz erheblich vervollkommnete.

c. Der Verkehr mit Kapitänen und Mechanikern war auch während dieses Jahres ein sehr reger. Die Zahl der Besucher, welche sich in Sachen der Deviation oder nautischer Instrumente Raths erholten, sowie auch anderweitig geschäftlich in der Abtheilung verkehrten, betrug 462.

Beobachtungen über den Werth der Elemente des Erdmagnetismus.

Wie in früheren Jahren, so wurde namentlich auch im Berichts-Jahre der Bestimmung der Werthe der erdmagnetischen Elemente an der deutschen Küste eine besondere Sorgfalt gewidmet. Dabei wird hervorgehoben — wie dies fast in einem jeden Jahres-Berichte geshehen ist —, dass es sich dabei in erster Linie um die Interessen der Navigation handelt, indem es anderen und spezielleren Untersuchungen nach dieser Richtung überlassen bleiben muss, die hochinteressanten, mit diesem Gegenstande in Verbindung stehenden Erscheinungen im Einzelnen zu verfolgen und nach theoretischen Gesichtspunkten zu erörtern.

Im Jahres-Berichte pro 1886 wurde Seite 28—30 schon einer Anzahl von Beobachtungs-Reihen, die in dem Berichts-Jahre (1887) ausgeführt wurden, Erwähnung gethan und die Ergebnisse einzelner Untersuchungs-Reihen mitgetheilt. Es mag an dieser Stelle auf die dort gegebenen Ausführungen verwiesen werden, indem hervorgehoben wird, dass die dort erwähnten Untersuchungen von Dr. W. Schaper, welche sich nach Osten hin bis Swinemünde erstreckten, zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden sind. Die Ergebnisse sollen in „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“, Jahrgang 1888 zum Abdrucke gelangen.

Herr Dr. M. Eschenhagen hat im Laufe des Sommers des Berichts-Jahres — anknüpfend an die mit dem Direktor der Seewarte gemeinsam ausgeführten magnetischen Beobachtungen — eine Reihe von Bestimmungen längs der Westküste von Schleswig-Holstein und den anliegenden Inseln ausgeführt, wovon die wesentlichsten Resultate hier unten mitgetheilt werden sollen.

Der Direktor und dessen persönlicher Hülfsarbeiter, Dr. Duderstadt, führten einige magnetische Untersuchungen in Swinemünde und Umgebung aus, während der letztere eine vollständige Bestimmung der magnetischen Elemente auf den Rehbergen im Norden von Berlin in den ersten Oktobertagen machte, wodurch die Beobachtungen an der Küste an jene in Berlin, durch Dr. Neumayer im Jahre 1874 ausgeführt, angeknüpft werden konnten. Im Laufe des Sommers 1888 soll die Küste von Swinemünde bis zur russischen Grenze magnetisch untersucht werden, was ein um so grösseres Interesse darbietet, als es ja keinem Zweifel unterliegen kann, dass nicht unerhebliche Störungen in den erdmagnetischen Elementen gerade in jenen Gegenden vorhanden sind. Wahrscheinlich stehen die letzteren in einem Zusammenhange mit den Lokal-Störungen auf den dänischen Inseln, in Süd-Schweden und im Finnischen Meerbusen.

Herr Dr. Max Eschenhagen hat die Beobachtungen, welche an der Küste ausgeführt worden sind, durch Beobachtungen im Harz und an einigen anderen Punkten im Inlande in ihrem Werthe noch besonders erhöht und kann nur gewünscht werden, dass die nunmehr mit Glück aufgenommenen Beobachtungen sowohl an der Küste weiter nach Westen hin, wie auch mehr nach dem Inlande zu im Laufe der kommenden Jahre weiter vervollständigt werden.

Hamburg. **Magnetische Deklination.** Es wurden im Kompass-Observatorium an nachfolgend genannten Tagen von dem Hülfsarbeiter der Seewarte Dr. Duderstadt Beobachtungen über dieses Element ausgeführt:

Digitized by Google

Am	8. Februar 1887 auf die Mitte des Tages reduzirter Werth	12° 24.′50 W.
:	18. :	12 22.58 :
:	13. April	12 24.87 :
:	15. :	12 25.00 :
:	23. :	12 28.49 :
:	30. :	12 31.70 :
:	11. Mai	12 27.10 :
:	15. Juni	12 32.93 : 12 32.45 :
:	20. :	12 28.81 :
:	26. Juli	12 27.25 :
:	6. August	12 25.71 :
:	12. :	12 26.27 :
:	20. :	12 28.85 :
:	22. :	12 27.26 :
:	16. September	12 23.23 :
:	3. Oktober	12 24.80 : 12 26.05 :
:	26. :	12 29.27 :
:	29. :	12 25.95 :
:	16. November	12 25.00 :
:	29. Dezember	12° 21.76 :

Das Mittel aus all' diesen Beobachtungen und einer Anzahl von Dr. Eschenhagen in den ersten Monaten des Jahres ausgeführten ergiebt als Mittelwerth für die magnetische Deklination im Kompass-Observatorium der Seewarte 1887.5 = 12° 27.′39 W. Daraus ergiebt sich eine Abnahme der Deklination im Laufe des Berichts-Jahres von nur 1.′83, ein Werth, welcher als sehr klein zu bezeichnen ist, wenn verglichen mit den Ergebnissen der unmittelbar vorhergehenden Jahre.

Magnetische Inklination. Es wurde im Laufe des Berichts-Jahres eine grössere Anzahl von Beobachtungs-Reihen zur Bestimmung dieses Elementes im Kompass-Observatorium der Seewarte ausgeführt. Als Mittelwerth ergab sich für dieses Element 1887.5 = 67° 51.′3 N. Im Vorjahre betrug die mittlere Inklination 67° 48.′16. Dabei ist zu bemerken, dass gegenwärtig die magnetische Inklination nahezu ihren kleinsten Werth erreicht hat und — wie sich dies aus anderweiten Untersuchungen bereits ergab — demnächst wieder zunehmen wird. Schwankungen in den abgeleiteten Werthen erklären sich wahrscheinlicherweise nach gründlich geführten Untersuchungen aus dieser Thatsache.

Horizontal-Intensität. Dieses Element wurde im Kompass-Observatorium der Seewarte zu verschiedenen Zeiten vom 3. Februar bis zum 10. Dezember mit verschiedenen Instrumenten von den Beobachtern Dr. Neumayer, Dr. Eschenhagen und Dr. Duderstadt abgeleitet. Als Mittelwerth aus allen Reihen (und zwar ohne Reduktion auf das Tagesmittel) ergab sich für das Jahr 1887.7 die Horizontal-Intensität zu 0.17844 C. G. S. gegen 0.17868 C. G. S. im Vorjahre. Hinsichtlich der Möglichkeit einen einigermaassen verlässlichen Werth der Säkular-Aenderung dieses magnetischen Elementes aus einer so kurzen Epoche, wie sie durch zwei aufeinander folgende Jahre gegeben ist, ableiten zu können, gilt *mut. mut.* dasselbe, was oben von der magnetischen Inklination gesagt worden ist.

Swinemünde. **Magnetische Deklination.** Es liegen Beobachtungen vor für die 7 Monate Januar bis Juli, und wurden dieselben stets vormittags nahezu zu derselben Zeit angestellt. Das Ergebniss aus sämmtlichen Beobachtungen ist für 1887.3 zu 10° 6.′3 W. festgestellt worden, wobei eine Reduktion auf das Tagesmittel ausgeführt wurde.

Magnetische Inklination. Von den Beobachtungszeiten gilt dasselbe, was oben von der magnetischen Deklination gesagt worden war. Der Mittelwerth aus allen Beobachtungen beträgt für 1887.3 = 67° 34′ N.

Am 30. September 1887 wurde mit dem Reise-Theodolit von Bamberg durch Dr. Duderstadt eine Reihe magnetischer Beobachtungen ausgeführt und die magnetischen Elemente für die Mitte des Beobachtungs-

Digitized by Google

tages, wie folgt, ermittelt. Magnetische Deklination 10°23.′6 W., magnetische Inklination 67°39.′1 N., Horizontal-Intensität 0.18086 C. G. S. Ein unmittelbarer Vergleich dieser Werthe erscheint bei der Verschiedenheit der Epochen, worauf sich die Mittelwerthe beziehen, unzulässig; jedoch kann so viel gesagt werden, dass die erhebliche Differenz zwischen den beiden Werthen der magnetischen Deklination der Aufklärung bedarf, welche voraussichtlich im Laufe des nächsten Berichts-Jahres erbracht werden soll.

Barth. **Magnetische Deklination.** Wie in früheren Jahren, so ist auch im Laufe des Berichts-Jahres in einem jeden Monate eine grössere Anzahl von Bestimmungen des Werthes der magnetischen Deklination durch Herrn Navigationslehrer Skalweit ausgeführt worden, aus welchen Mittelwerthe für die respektiven Monate abgeleitet wurden. Das Mittel aus den 12 Monatsmitteln giebt für 1887.5 die magnetische Deklination zu 11°18.′71 und da für 1886.5 dieser Werth = 11°24.′15 betrug, so ergiebt sich eine Abnahme der magnetischen Deklination in Barth von 5.′45 pro Jahr.

Es sollen in nachstehender Tabelle die Mittelwerthe dieser Beobachtungen wiedergegeben werden:

1887	Anzahl der Ablesung.	Monats-Mittel	Differenz	Jährl. Abnahme (1886–87)	Extreme der Tagesmittel		Absolute Extreme		Tagesamplituden		
					westlich	östlich	westlich	östlich	gösste	kleinste	mittlere
Januar	420	11°21.′56	−0.′67	5.′51	11°23.′14	20.′00	11°26′	11°12′	13′	2′	4.′57
Februar[1]) ..	243	20.90	−0.66	5.72					10	2	6.67
März.....	429	21.13	+0.23	2.96	25.07	19.57	29	15	11	4	6.60
April	420	19.93	−1.20	4.73[2])	24.71	17.72	33	13	17	4	7.39
Mai.....	430	19.08	−0.85	4.70[2])	24.29	17.50	29	12	13	4	8.34
Juni	402	18.47	−0.61	4.80[2])	22.93	17.00	30	11	15	6	8.37
Juli	416	17.62	−0.85	5.16[2])	21.50	15.71	32	8	22	6	7.19
August	327	17.22	−0.40	5.40	21.14	15.79	25	12	12	6	7.01
September ..	327	17.88	+0.66	5.14	23.36	14.36	30	(10°)58	21	4	5.00
Oktober	434	17.25	−0.63	5.40	20.29	15.64	26	10	16	3	3.97
November...	420	16.84	−0.41	5.51			23	9	13	3	2.89
Dezember ..	400	16.66	−0.18	5.56			22	12			
Jahr	4668	11°18.′71			11°25.′07	14.′37	11°33′	10°58′	22′	2′	

Rostock. Für die Bestimmung des mittleren Werthes der magnetischen Deklination im Berichts-Jahre dienen 40 einzelne Beobachtungs-Reihen, die im Laufe des Jahres ausgeführt und eingesandt worden sind. Die eine Hälfte der Beobachtungen fällt auf die frühen Vormittagsstunden (ungefähr $8^h\,15^m$), die andere auf beinahe 2 Uhr nachmittags — es sind also die Beobachtungen in ganz ähnlicher Weise wie in den Vorjahren hinsichtlich der Tageszeit angeordnet worden. Das Mittel aus allen Vor- und Nachmittags-Beobachtungen ergiebt einen Werth für 1887.5 von 11°34.′1 W. oder wenn man auf das Mittel des Tages in jedem Falle nach der Kew-Periode reduzirt von 11°33.′0. Da das Mittel aus den $8^h\,15^m$ a. m. — Beobachtungen = 11°30.′7 und aus den 2^h p. m. — Beobachtungen = 11°37.′5 beträgt, so würde sich daraus die tägliche Amplitude der magnetischen Deklination zu rund 7.′0 ergeben. Die Säkular-Aenderung würde sich aus den Beobachtungen des Jahres 1885 (siehe Jahres-Bericht VIII, Seite 43) in Verbindung mit jenen pro 1887 zu 7.′5 ergeben, um welchen Betrag die magnetische Deklination im Verlaufe dieser beiden Jahre abgenommen hat. Es ist dieser Werth, der sich übrigens noch etwas höher stellt, wenn man die Jahre 1886 und 1887 verbindet, gegen jenen von Barth zu gross, was wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, dass die Zahl der am letzten Orte ausgeführten Beobachtungen eine ungleich grössere ist.

Die magnetische Inklination kann nur aus 7 Beobachtungs-Reihen abgeleitet werden. Der Mittelwerth für 1887.6 stellt sich daraus auf 67°55′ N.; im Vorjahre war der Mittelwerth der Inklination = 67°52.′5 N.

Lübeck. An der Agentur der Seewarte wurden im Laufe der Monate August, September und Dezember Bestimmungen der Werthe der Deklination und Inklination ausgeführt. Die im Jahres-Bericht 1886, S. 30,

[1]) Vom 18.–27. Februar konnte wegen dienstlicher Verhinderung nicht beobachtet werden.

[2]) Die Werthe der jährlichen Abnahme sind ½ (1885–1887) gebildet, da während dieser Monate im Jahre 1886 keine Beobachtungen ausgeführt wurden.

Digitized by Google

in Aussicht gestellten Angaben aus dem Observatorium des Herrn Dr. W. Schaper liegen auch heute noch nicht vor. Die an der Agentur erhaltenen Werthe, sind:

Magnetische Deklination: Auf das Tagesmittel reduzirt = 12°19.′9 W.

Magnetische Inklination: 68°2′ Nord.

Flensburg. Vom Januar bis September sind 15 Bestimmungen der magnetischen Deklination und 14 der magnetischen Inklination ausgeführt worden. Die Resultate des ersten Elementes sind sehr gross im März, April und Mai. Grosse Werthe zeigt der März auch in Swinemünde und Rostock, ja selbst im Monatsmittel in Barth.

Magnetische Deklination. Auf das Mittel des Tages reduzirt ergiebt sich ein Mittel für 1887.4 von 12°54.′2 W.

Magnetische Inklination. Der Mittelwerth für 1887.4 ist 68°43′ N.*)

Bremerhaven. In den letzten Jahren wurden die daselbst beobachteten Werthe der magnetischen Elemente nicht mehr veröffentlicht, weil sich aus den Beobachtungen ergeben hatte, dass entweder ein bedeutender Lokal-Einfluss dieselben störend beeinflusste oder die benutzten Instrumente aus einem oder dem anderen Grunde keine zuverlässigen Resultate mehr ergaben. Eine Untersuchung sowohl der Lokalität, wie auch der Instrumente — des Deviations-Magnetometer N. 369 — erwies sich als nothwendig. Da das Instrument zu Zwecken der Deviations-Bestimmung benutzt wurde und deshalb nicht früher entbehrt werden konnte, wurde erst Ende 1886 und zu Anfang des Berichts-Jahres dasselbe auf der Seewarte untersucht. Im Laufe des Monats Juni 1887 wurde überdies durch den Direktor der Seewarte und Herrn Dr. Eschenhagen sowohl an der von dem Vorsteher der Hauptagentur der Seewarte benutzten Stelle (I), wie auch noch an einer zweiten, in der Nähe des Kaiserhafens belegenen (II), Beobachtungen mit 2 verschiedenen Instrumenten ausgeführt. Die Untersuchungen resultirten dahin, dass an die bisher mit dem Deviations-Magnetometer an der Stelle I ausgeführten Beobachtungen eine Korrektion von —14.′1 an die erhaltenen Werthe der Deklination anzubringen sei, um den für den Ort gültigen Werth dieses Elementes erhalten zu können.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes ergab sich für die **magnetische Deklination** aus den Beobachtungen des Vorstehers der Hauptagentur der Seewarte 13°24.′6 W. für 1887.6 auf das Mittel des Tages reduzirt. Für I ergab sich ferner eine mittlere Deklination für den 24. Juni 1887 von 13°32.′6 W. aus den Beobachtungen von Dr. Neumayer. In der Station II wurde des nachmittags mit zwei Instrumenten beobachtet und für die magnetische Deklination ein Mittelwerth für den 24. Juni erhalten von 13°36.′32 W., woraus sich ergiebt — was übrigens auch aus anderen Untersuchungen hervorzugehen scheint — dass eine erhebliche Beeinflussung des Werthes der magnetischen Deklination an der Station I nicht konstatirt werden kann.

Magnetische Inklination. Aus den einzelnen Beobachtungs-Reihen, die zur Bestimmung dieses Elementes seitens des Vorstehers der Hauptagentur der Seewarte ausgeführt worden sind, ergiebt sich an der Station I ein Mittelwerth für 1887.6 von 67°44′ N., was gegen die Werthe der Inklination in Kuxhaven und Wilhelmshaven als zu wenig erscheint. Eine von Dr. Neumayer und Dr. Eschenhagen in Station II am 24. Juni ausgeführte Bestimmung ergab höhere Werthe, nämlich: beziehungsweise 67°50.′6 N. und 67°54.′0 N., im Mittel also etwa 67°52.′3 N.

Horizontal-Intensität. Am 24. Juni wurde dieses magnetische Element von Dr. Neumayer und Dr. Eschenhagen mit verschiedenen Instrumenten bestimmt. Des morgens um 11^h wurde in Station I die Intensität beziehungsweise zu 0.17848 und 0.17876 C. G. S. ermittelt, des nachmittags um 6^h beziehungsweise zu 0.17912 und 0.17900 C. G. S. in Station II. Wenn man die Mittel für die einzelnen Stationen aus diesen Werthen bildet, so erhält man für Station I = 0.17862 um $10^h\ 30^m$ a. m.,

„ „ II = 0.17906 „ 6^h p. m.

Reduzirt man diese Beobachtungen mit dem mittleren täglichen Gang in Wilhelmshaven und die mittleren Zeiten $10^h\ 30^m$ a. m. und 6^h p. m. auf das Mittel des Tages, so erhält man

*) Im Jahres-Bericht für 1886 ist bei dieser Station ein Druckfehler, Seite 31, stehen geblieben; es soll dort heissen 68°57′ anstatt 65°57′.

Digitized by Google

aus $10^h\,30^m$ a. m. und Station I: $H = 0.17890$ C. G. S.,
„ 6^h p. m. „ „ II: $H = 0.17878$ C. G. S.

Eine Uebereinstimmung, die nichts zu wünschen übrig lässt — namentlich, wenn man erwägt, dass die Beobachtungen in der Hitze des Tages und im Freien ausgeführt worden sind. Es beleuchtet dies die Möglichkeit, auch auf Reisen mit guten Instrumenten zuverlässige Bestimmungen der Intensität erlangen zu können. Jedenfalls lassen die Beobachtungen an den verschiedenen Stationen auch in diesem Elemente Lokal-Einflüsse nicht erkennen.

Neufahrwasser. Es ist im Jahres-Bericht VII, Seite 29, erwähnt worden, dass sich aus den von dem Vorstande der Hauptagentur im Jahre 1884 ausgeführten Beobachtungen Unregelmässigkeiten ergaben, wofür eine Erklärung zur Zeit nicht gegeben werden konnte — vielmehr sollte durch die Beobachtungen in den folgenden Jahren Aufklärung darüber erbracht werden. Auch in den Jahren 1885 und 1886 konnte aus hier nicht näher zu erörternden Gründen die Untersuchung darüber nicht durchgeführt werden; erst in dem Berichts-Jahre wurden die Beobachtungen der magnetischen Elemente wieder aufgenommen.

Magnetische Deklination. Mit Ausnahme der Monate Januar, Februar und Dezember wurde dieses Element einmal in jedem Monate bestimmt. Die Beobachtungszeiten fallen auf sehr verschiedene Stunden des Tages in den einzelnen Reihen, was den Werth der Resultate in Etwas beeinträchtigt. Als Mittelwerth aus allen Beobachtungen ergiebt sich 8°38.′9 W., oder auf das Mittel des Tages reduzirt 8°36.′9 W. Für das Jahr 1883.5 wurde die Deklination zu 9°5.′2 W. ermittelt, woraus sich eine jährliche Abnahme der Deklination von 7.′1 ergeben würde. Dieser Werth erscheint etwas zu gross, wenn man ihn mit dem Werthe der Säkular-Aenderung in Barth für die Epoche 1883—1887 vergleicht; es ergiebt sich nämlich dafür ein Mittelwerth von 5.′55 (Abnahme).

Magnetische Inklination. Aus nicht sehr zuverlässigen Beobachtungs-Reihen erhält man für 1887.6 einen Mittelwerth dieses Elementes von 67°31′ N. Im Jahre 1884.5 war die Inklination zu 67°32′ N. ermittelt worden, für 1883.5 dagegen zu 67°28.′3 N. In den beiden Jahren 1880 und 1881 wurde dieses Element im Mittel zu 67°43.′2 N. bestimmt, woraus sich für die Epoche 1880—1887 ein Mittelwerthe der jährlichen Abnahme der Inklination von etwa 1.′7 ableiten liesse, was aber jedenfalls zu hoch ist.

Diese wichtigen Fragen über die auf Normalstände reduzirten Werthe der magnetischen Elemente für bestimmte Epochen und demgemäss auch die Ableitung der säkularen Aenderungen derselben liessen sich mit den der Seewarte hierfür zur Verfügung stehenden Mitteln nicht lösen; hierzu bedarf es fester magnetischer Observatorien, mit Differenzial-Instrumenten, ähnlich jenen in Wilhelmshaven von Seiten der Kaiserl. Admiralität für den Westen eingerichteten, im fernen Osten der deutschen Küste — etwa in Königsberg. Die Deutsche Seewarte bemüht sich die für die Navigation in den deutschen Küstengewässern erforderlichen magnetischen Elementen durch Beobachtungen derselben zu beschaffen; alles weitere ginge über die ihr durch Nothwendigkeit gesteckten Grenzen hinaus — und das, was sie nach dieser Richtung zu bieten vermag, kann zum Ausfüllen in der Praxis schwer empfundener Lücken zwar dienen — aber nicht die zu theoretischen Untersuchungen erforderlichen Unterlagen beschaffen. Es ist zu hoffen, dass man in nicht ferner Zeit an zuständiger Stelle — dem dringenden Bedürfnisse der erdmagnetischen Forschung Rechnung tragen und ein erdmagnetisches Observatorium an den Ostgrenzen der deutschen Küsten einrichten wird.

Wilhelmshaven. Für das Berichts-Jahr standen der Seewarte nur die in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“ allmonatlich veröffentlichten magnetischen Beobachtungen zur Verfügung; es lagen aus dieser Quelle nur die Beobachtungen von Juni bis Dezember des Berichts-Jahres vor.

Magnetische Deklination. Aus den 11 für die genannte Epoche vorliegenden Ergebnissen der Bestimmung dieses Elementes lässt sich für die Epochen 1887.7 ein mittlerer auf das Tagesmittel reduzirter Werth von 13°36.′8 W. ableiten. Im Jahre 1886.5 war derselbe Werth gleich 13°49.′95 W. Es ergiebt sich daraus ein mittlerer Betrag der Säkular-Aenderung dieses Elementes von 7.′4 abnehmend. Der im vorhergehenden Jahre erhaltene diesbezügliche Werth betrug —5.′4.

Magnetische Inklination. Der mittlere Betrag dieses Elementes erreichte während des Berichts-Jahres die Höhe von 68°2.′0 aus den 9 vorliegenden absoluten Bestimmungen. Im Vorjahre betrug die mittlere Inklination 67°59.′5 N. (siehe Jahres-Bericht IX, Seite 31); daraus würde eine Zunahme dieses Elementes des Erdmagnetismus zu folgern sein. Nach genauen Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche Herr Dr. M. Eschenhagen geführt hat, ergiebt sich ein etwas anderer Werth für 1887, nämlich 68°3.′20,

Digitized by Google

während für 1886 die Inklination im Mittel 67°59.′94 betrug — so dass auch hieraus eine Zunahme zu folgern wäre. Allein, da wir gegenwärtig sehr nahe dem Zeitpunkte sind, in welchem dieses Element seinen geringsten Werth erreicht — also von Jahr zu Jahr sich beinahe nicht verändert, so können kleine Schwankungen in den Beobachtungen (ob reell oder nur durch Fehler der Bestimmung verursacht, lässt sich gegenwärtig nicht mit Bestimmtheit entscheiden) den regelmässigen Gang verdecken; nach Dr. Eschenhagens Untersuchungen würde für Wilhelmshaven der Minimalwerth der Inklination 1889.1 erreicht, allerdings mit einer Unsicherheit von ±1.5 Jahren.*)

Horizontal-Intensität. Aus den 9 Reihen von absoluten Bestimmungen der Horizontal-Komponente des Erdmagnetismus ergiebt sich für 1887.7 ein Mittelwerth von 0.17837 C. G. S. Da im vorigen Jahre (1886.5) dieser Mittelwerth 0.17811 C. G. S. betrug (siehe Jahres-Bericht IX, Seite 31), so wäre der Zuwachs gleich 0.00026 C. G. S., ein jedenfalls für die gegenwärtige Epoche zu hoher Betrag. Zwischen den Jahren 1885 und 1886 betrug dieser Zuwachs 0.00012, so dass man für die Epoche 1885—1887 einen Mittelwerth erhalten würde von 0.00019 C. G. S., was wohl immer noch etwas zu hoch sein dürfte, da sich auch der Wendepunkt für dieses Element sehr nahe rückt und das über Besprechung der Inklination Gesagte auch in diesem Falle Anwendung findet.

Es mögen hier zum Schlusse noch Bestimmungen erdmagnetischer Elemente besprochen werden, die von einigem Interesse auch für die Bestimmungen an der Küste sind.

1) In ***Berlin*** wurde durch Herrn Dr. Duderstadt eine Reihe magnetischer Beobachtungen am 1. Oktober 1887 ausgeführt und zwar an derselben Stelle, an welcher im Februar 1874 von Dr. Neumayer Beobachtungen gemacht worden sind, nämlich auf den Rehbergen. Es liegen diese kleinen Sandhügel im Norden der Residenz und insofern für magnetische Untersuchungen geeignet, als lokale Störungen dort nicht zu befürchten sind. Die Stelle der Beobachtungen war, wie sich aus den abgeleiteten Azimuten ergiebt, nahezu genau dieselbe, welche vor 14 Jahren benutzt wurde.

Deklination, auf das Mittel des Tages reduzirt, 1. Oktober 1887 = 10°48.′9 W. Da der auf 1873 reduzirte, auf den Rehbergen beobachtete Werth der Deklination 12°26.′3 gewesen ist, so ergiebt sich für die Epoche 1873—1887 eine Säkular-Aenderung von —6.′8.

Inklination für 1. Oktober 1887 ohne Reduktion 66°53.′8; da im Jahre 1873 die Inklination 66°58.′5 war, so ergäbe sich eine säkulare Veränderung von —0.′34 (?)

Horizontal-Intensität. Dieses Element ergab sich am 1. Oktober 1887 zu 0.18518 C. G. S. Im Jahre 1873 war dieses Element 0.18228 C. G. S., so dass die Säkular-Aenderung für die Epoche 1873—1887 sich zu 0.00020 (zunehmend) ergiebt.

2) ***Hamburg,*** am Diebsteich. An der Stelle, wo schon seit Jahren alljährlich magnetische Beobachtungen ausgeführt werden, wurde auch im Berichts-Jahre wieder im Mai und am 17. Septbr. beobachtet.

Es wurde gefunden: **Magnetische Deklination:** 12°38.′03 W., auf die Mitte des Tages reduzirt.
Magnetische Inklination: 67°46.′9 N.
Horizontal-Intensität: 0.17931 C. G. S.

3) ***Swinemünde.*** An derselben Stelle, an welcher in der Regel die Beobachtungen von dem Vorsteher der Hauptagentur ausgeführt werden. Die Bestimmungen wurden von Dr. Duderstadt mit einem Bamberg'schen Reisetheodolit am 30. September 1887 ausgeführt. Die Ergebnisse waren:

Magnetische Deklination, auf das Tagesmittel reduzirt: 10°23.′6 W.
Magnetische Inklination, (nicht reduzirt) zwischen 11—12 Uhr: 67°39.′1 N.
Horizontal-Intensität, ohne Reduktion auf Tagesmittel: 0.18086 C. G. S.

4) ***Kuxhaven.*** Ueber die im Berichts-Jahre ausgeführten Beobachtungen wurde schon im Jahres-Bericht IX, Seite 29 u. 30, berichtet, es mag daher darauf verwiesen werden. Der Vollständigkeit halber seien hier nur nochmals die auf das Berichts-Jahr Bezug habenden Werthe reproduzirt:

---

*) „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte", Jahrgang XI, No. 4, Seite 3: Dr. M. Eschenhagen. „Die säkulare Variation der erdmagnetischen Inklination zu Wilhelmshaven."

Digitized by Google

Auf dem Deiche in Kuxhaven wurde am 23. Juni 1887 beobachtet, wie folgt:

Aus 2 unabhängigen auf die Mitte des Tages reduzirten Reihen ergab sich die **magnetische Deklination** bezw. zu 13°16.′8 (Dr. Neumayer) und zu 13°15.′8 W. (Dr. Eschenhagen), im Mittelwerth zu 13°16.′3 W.

Die magnetische Inklination wurde am 23. Juni in zwei unabhängigen Reihen ermittelt zu beziehungsweise 68°2.′7 (nicht wie im Jahres-Berichte IX, Seite 29, steht 67°59.′3) und 67°59.′1 (Dr. Eschenhagen).

Die Horizontal-Intensität wurde gleichfalls durch 2 unabhängige Beobachtungs-Reihen ermittelt und ergab beziehungsweise die Werthe (ohne Reduktion auf Tagesmittel) 0.17831 und 0.17814. Da die letzteren Beobachtungen aus Schwingungen und Ablenkungen, die ersteren nur aus Ablenkungen abgeleitet worden sind, so kann man für 8^h a. m. am 23. Juni 1887 die Horizontal-Komponente zu 0.17820 C. G. S. annehmen.

5) Durch S. M. Vermessungs-Fahrzeuge wurden mehrere Bestimmungen der magnetischen Deklination ausgeführt, die hier eine Stelle finden mögen.

a. Station Wulfen (Fehmarn) durch Obersteuermann Tietz.

Am 20. Mai 1887..... 12° 16′ 22″ auf das Tagesmittel reduzirt,
„ 22. „ 1887..... 12° 20′ 35″ „ „ „ „
„ 26. „ 1887..... 12° 16′ 11″ „ „ „ „

Daraus ergiebt sich ein Mittelwerth für 1887.4 von 12° 17.′71 W.

b. Neustadt (Holstein). Am 13. August 1887 wurden am Vormittage und Nachmittage Beobachtungs-Reihen von Herrn Unterlieutenant Schapmann II mit dem Marine-Deklinatorium ausgeführt. Das Mittel aller Beobachtungen ergab für 1887.6..... 12° 10.′82 W.

c. Travemünde. Aus mehreren von Herrn Obersteuermann Tietz ausgeführten Beobachtungs-Reihen am 24. August 1887 ergab sich bei Reduktion auf das Tagesmittel: 1887.6..... 12° 7.′93 W.

d. Zu Wangeroog (S. M. Vermessungs-Fahrzeug „Drache“) wurden am 14. August 1887 durch Herrn Lieutenant z. S. Meyer II mit dem Marine-Deklinatorium mehrere Deklinations-Bestimmungen ausgeführt. Die Resultate wurden auf das Tagesmittel reduzirt und ergab sich für 1887.6 eine Deklination von 13°50.′4 W.

6) Zum Schlusse mögen hier noch die Resultate einer Anzahl magnetischer Beobachtungen, die mit dem Marine-Deklinatorium von Dr. Neumayer durch Herrn Dr. M. Eschenhagen am 29. und 30. Juli ausgeführt wurden, eine Stelle finden. (Siehe darüber Ausführliches in Heft I des Jahrganges 1888 „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“, Seite 41—48: „Einige magnetische Beobachtungen im Nordsee-Gebiete“, von Dr. M. Eschenhagen.)

Magnetische Deklination für 1887.5:

in List	13° 49.′6	W.,
„ Ellenbogen (Sylt)	13° 49.′7	„
auf Amrum	13° 43.′1	„
in Wilhelmshaven	13° 36.′0	„

Horizontal-Intensität für 1887.5:

in List	0.17337	C. G. S.
auf Amrum	0.17451	„
in Wilhelmshaven	0.17830	„

Auch in dem Berichts-Jahre wurde die Reduktion der meteorologischen Registrir-Apparate, mit Ausnahme der Anemometer und des Sonnenschein-Autographen, durch die Abtheilung II besorgt.

Der Lehrkursus für Navigationslehrer und Navigationslehrer-Aspiranten, der sechste seit seiner Begründung, wurde am 1. April eröffnet und am 30. September des Berichts-Jahres geschlossen.

Es geschieht hier schon Erwähnung dieses Kursus, weil noch immer der Assistent der Abtheilung II, Herr Eylert, als erster Lehrer an diesem Kursus funktionirt und deshalb ein gewisser Connex zwischen Abtheilung und diesem besteht. Eingehender besprochen werden die diesjährigen Resultate des Lehrkursus an einer anderen Stelle.

Digitized by Google

4. Modell- und Instrumenten-Sammlung.

Die Modell- und Instrumenten-Sammlung erhielt im Laufe des Berichts-Jahres durch Geschenke höchst werthvolle Bereicherungen. Ganz besonders ist mit Beziehung darauf die Zuwendung einer Anzahl sehr werthvoller älterer Schiffsmodelle durch die Firma der Herren W. O'Swald in Hamburg zu erwähnen. Ausser den Modellen wurden der Seewarte auch noch 5 Oelbilder für ihre Sammlungen von diesen Herren geschenkt, die Hafen-Ansichten von China, Süd-Amerika u. s. w. vor 60 und mehr Jahren vorstellen. An dieser Stelle erfüllt die Direktion eine angenehme Pflicht den genannten Herren den wärmsten Dank für die werthvolle Bereicherung der Sammlungen auszusprechen.

Von den Herren Blohm & Voss, Schiffsbaumeister, in Hamburg (Steinwärder), wurden drei sehr schön gearbeitete Schiffsmodelle (Klotzmodelle), der Modell-Sammlung zum Geschenke gemacht; die Direktion spricht den genannten Herren für die dadurch der Seewarte zugewendete werthvolle Bereicherung den verbindlichsten Dank an dieser Stelle aus.

Dem Herrn Kapt. Phil. Temme aus Altona hat die Direktion ihren Dank auszusprechen für ein durch denselben der Modell-Sammlung gemachtes Geschenk, bestehend aus dem schön gearbeiteten Modelle eines Hamburger Bark-Schiffes vor etwa 50—60 Jahren.

Von Neuanschaffungen aus den Mitteln des Institutes sind zu erwähnen einige grössere Schiffs-Modelle, vor allem aber die Vervollständigung der Sammlung der Seewarte von Uhren-Echappements-Modellen, angefertigt von Herrn Th. Knoblich in Hamburg. Auch wurde durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Peters (Königsberg) eine grössere Zahl von Zeichnungen, alle Gattungen von Chronometer-Unruhen und Kompensations-Vorrichtungen darstellend, zur Verfügung gestellt, welche die Sammlung solcher Gegenstände erheblich bereicherte.

Deviations-Bestimmungen im Jahre 1887. Anlage I.

Hamburg Dampfer	Datum	**Flensburg** Dampfer	Datum	**Neufahrwasser** Segelschiff	Datum
Ludwig Possehl	1. Januar	Lavinia	3. März	Orion[3])	7. März
Cremon	6. April	Virgilia	14. Juni		
Leipzig	29. Juni	Frigga	12. Septbr.		
Moravia	7. Juli			**Swinemünde**	
Industrie XIX	14. Juli			Dampfer	
George Dittmann	5. August	Segelschiff			
Marie Woermann	26. August	C. H. Wappäus	12. Oktober	Bayern	12. Januar
Curityba	27. Septbr.			Sachsen	27. März
Felicia	12. Oktober			King Yuen	13. Juli
Freya	13. Oktober	**Neufahrwasser**		Lai Yuen	26. Juli
Hans und Kurt	18. Oktober	Dampfer			
Olinda	21. Oktober				
Ascania	5. Novbr.	Danzig	26. Januar		
Albanian	21. Novbr.	Bordeaux	9. Februar	**Kiel**	
Cumberland	28. Novbr.	Blonde	11. Februar	Dampfer	
Colonia	1. Dezbr.	S. M. Torpedoboot 38	29. Septbr.		
Else	19. Dezbr.	„ „ 39	18. Oktober	Torpedoboot 31	4. Oktober
		„ „ 40	19. Oktober	„ 32	4. Oktober
		Rolf[1])	26. Oktober		
Segelschiffe		S. M. Torpedoboot 39	28. Oktober		
Potrimpos	22. Mai	„ „ H 1	28. Oktober	**Bremerhaven**	
Prompt	13. Juli	S. M. S. Freya	3. Novbr.	Segelschiff	
Olga	20. Juli	Sverige[2])	6. Novbr.		
Helios	8. Novbr.	Maria	28. Novbr.	Birma	3. Novbr.

[1]) Engländer. [2]) Schwede. [3]) Norweger.

Digitized by Google

IX. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung III.

Pflege der Witterungskunde, der Küsten-Meteorologie und des Sturmwarnungswesens in Deutschland.

Im Laufe des Berichts-Jahres trat nur insofern innerhalb des Wirkungskreises der Abtheilung III eine Erweiterung ins Leben, als von Seiten der Provinzial-Regierungen an der Küste abermals einige Stellen errichtet wurden, welche regelmässig die Sturmwarnungen mitgetheilt erhielten. Namentlich wurden an der Elbe die Fischerorte Finkenwärder und Altenwärder mit Depeschen versehen, welche alltäglich und in Fällen von ausserordentlichen atmosphärischen Störungen auf Kosten der Betheiligten bezogen worden sind.

Im Uebrigen entwickelte sich die Pflege der ausübenden Witterungskunde an der Küste in normaler Weise. Es ist unverkennbar, dass mit der gründlichen Kenntniss des Wesens der Sturmwarnungen sich auch im interessirenden Publikum die Ueberzeugung mehr und mehr von der Nützlichkeit der Einrichtung befestigte; damit Hand in Hand ging denn auch der Erfolg in der Nutzbarmachung der Thätigkeit der Abtheilung III. Es muss dies als durchaus im Einklange mit den Ansichten und Grundsätzen bezeichnet werden, welche die Direktion der Seewarte vom Beginne an vertreten hat. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt sich auf dem verwandten Gebiete der Thätigkeit der Abtheilung I, nämlich die Nutzbarmachung meteorologischer Lehren in der Navigirung. Hier, wie dort, giebt es keinen Fortschritt in der Anwendung der Witterungskunde ohne Erkenntniss und Einsicht Seitens Derer, für deren Vortheil die betreffenden Bestrebungen der Seewarte berechnet sind.

1. Wetter-Telegraphie.

I. Einrichtung des wettertelegraphischen Verkehrs der Seewarte mit den meteorologischen Instituten und Stationen Europas.

Der wettertelegraphische Verkehr mit dem Auslande änderte sich zu Anfang dieses Jahres dadurch in Etwas, dass die Nachmittags-Beobachtungen der Stationen Neufahrwasser, Swinemünde, Hamburg, Borkum, Chemnitz und Kaiserslautern in je 3 Textgruppen nach St. Petersburg übermittelt wurden. Der übrige Verkehr mit dem Aus- und Inlande blieb ungeändert.

Der Verkehr mit Frankreich und mit England liess in Bezug auf Raschheit und Präzision Vieles zu wünschen übrig. Insbesondere machten sich die häufigen und erheblichen Verspätungen der Nachmittags-Depeschen aus England in, die Wirksamkeit des Dienstes beeinträchtigender Weise fühlbar. Andererseits konnten die Wetter-Telegramme aus Frankreich in den letzten Monaten des Berichts-Jahres bei Abfassung der Zeitungs-Abonnements-Depeschen nur in vereinzelten Fällen berücksichtigt werden. Die Beseitigung dieser Missstände war unerachtet der wiederholten Bemühungen der Direktion nicht möglich. Man widmet Seitens des grossen Publikums gerade den aus Frankreich zu beziehenden Depeschen, namentlich jenen von der Riviera, ein ganz besonderes Interesse, wesshalb die Direktion es als ihre Pflicht erachtet, hier zu erklären, dass sie aufrichtig bedauert, dass es ihr nicht gelingen konnte, und zwar aus Gründen, deren Darlegung hier nicht am Platze sein würde, dem vollen Umfange nach den berechtigten Wünschen des Publikums gerecht zu werden. Da im Laufe des Jahres 1888 voraussichtlich das internationale meteorologische Comité zu einer Sitzung zusammentreten wird, so hofft die Direktion, mit Erfolg ihre, bezw. des deutschen Publikums Wünsche dieser Körperschaft vortragen zu können. Dass sie nicht unterlassen wird, auch die Bedürfnisse der europäischen Wetter-Telegraphie — soferne dieselben in Zusammenhang stehen mit dem Bezuge von Witterungs-Nachrichten aus Spanien und Portugal — in den Sitzungen des internationalen meteorologischen Comités darzulegen und zu urgiren, dass dem grossen bis jetzt noch bestehenden Mangel abgeholfen werden müsse, glaubt sie in nachdrücklicher Weise im letzten Jahres-Berichte (Seite 33) hervorgehoben zu haben und vermeidet, an dieser Stelle abermals des Näheren darauf einzugehen.

II. Tägliche telegraphische Bericht-Erstattung an das Publikum.

Auf diesem Gebiete ist im Laufe des Berichts-Jahres keinerlei Aenderung zu verzeichnen; nur erhielt die Firma Campbell & Co. in Hamburg seit dem 1. Juli ein Exemplar des Abonnements-Telegramms, der

Digitized by Google

Hafen-Telegramme und der Sturmwarnungen. Diese Witterungs-Nachrichten wurden in einem an dem Geschäftshause der genannten Firma auf dem Neuenwall angebrachten Wetterkasten der Seewarte ausgestellt.

Telegramme zur Konstruktion von Wetterkarten nach ausserhalb Hamburgs. In diesem Theile des Dienstes der Abtheilung III trat keine Aenderung ein.

III. Tägliche Bericht-Erstattung in Hamburg und Altona und Herstellung von Zeitungs-Wetterkarten überhaupt.

Auch mit Beziehung auf diesen Dienstzweig der Abtheilung III sind Aenderungen im Laufe des Berichts-Jahres nicht zu verzeichnen.

IV. Tägliche Wetter-Prognosen und Verbreitung derselben in Deutschland.

Die Aufstellung, Verbreitung, Veröffentlichung und Statistik der Prüfung der Wetterprognosen geschah ganz in gleicher Weise, wie im Vorjahre. Eine eingehende Prüfung der Wetterprognosen wurde für 1886 durchgeführt und die Ergebnisse derselben in einem Beihefte zum Monats-Berichte der Deutschen Seewarte veröffentlicht.

Der volle Titel der Broschüre, welche im Buchhandel auch separat zu beziehen ist, lautet:

Bebber, Dr. *J. van.* Die Ergebnisse der Wetterprognosen im Jahre 1886 nach den tabellarischen Zusammenstellungen in den Monats-Berichten der Deutschen Seewarte 1886. Hamburg, 1887. 8°.

Es mögen hier die wesentlichsten Ergebnisse, wie sie auf Seite 22 der obigen Broschüre enthalten sind, Aufnahme finden. Dieselben sind:

1) *Die Wahrscheinlichkeit des rein zufälligen Eintretens einer Witterungserscheinung ist nicht 50 pCt. (wenn 100 pCt. die volle Gewissheit bezeichnet) sondern liegt im Allgemeinen zwischen sehr weiten Grenzen. Eine Berücksichtigung des reinen Zufalls ist für Beurtheilung des Erfolges oder Misserfolges der Prognosen unbedingt nothwendig.*
2) *Die Erhaltungstendenz des Wetters ist zwar bei Aufstellung von Wetterprognosen nicht zu vernachlässigen, allein Prognosen, welche nur auf Erhaltungstendenz basirt sind, haben keinen, oder doch nur bedingten Werth. Bei der Prognosenstellung ist das Hauptaugenmerk auf die Vorhersage des* ***Witterungswechsels*** *zu legen. Dass dieses bei den Wetterprognosen der Seewarte wirklich der Fall war, geht aus der vorhergehenden Untersuchung deutlich hervor.*
3) *Bei der Anwendung der Ausdrücke in der Prognose „normale Temperatur", „unveränderte Temperatur", „veränderliche Bewölkung" ist es gerathen, ganz besonders vorsichtig zu sein.*
4) *Die Prognosen der Seewarte haben eine reelle Basis und können ziffernmässig einen nennbaren Erfolg aufweisen.*
5) *Die Zahlenwerthe für die Prozentzahl der Treffer sind für die drei Prognosengebiete, nämlich Nordwest-, Ost- und Süddeutschland, nahezu gleich und hieraus folgt, dass der Werth der Lokalindizien meistens überschätzt worden ist.*

Mit Bezug auf die Form, in welcher diese Prognosen-Prüfung im Monats-Berichte der Seewarte ausgeführt wird, sei es gestattet, auf den Jahres-Bericht 1886, Seite 34 und 35, zu verweisen.

Die Prüfung der Prognosen wird für das Jahr 1887 ganz in derselben Weise durchgeführt, wie für das vorhergehende Jahr und sollen die Ergebnisse derselben seinerzeit veröffentlicht werden.

V. Aussergewöhnliche Mittheilungen, Sturmwarnungen.

Wie schon weiter oben bemerkt, wurden Seitens der Provinzial-Behörden und Privaten Signalstellen errichtet, durch welche die Mittheilung von Sturmwarnungen und Witterungs-Thatbeständen in noch ausgedehnterem Maasse, wie bisher durch die schon errichteten Stellen dieser Art und durch die Signalstellen der Seewarte, geschehen konnte. Während in Beziehung auf die letzteren eine Erweiterung oder Ausdehnung nicht zu verzeichnen ist, traten zu der ersteren Gattung 6 neue Stellen hinzu, nämlich: am 24. März Wehrdamm, am 1. April Nest bei Gross-Möllen, am 18. August Meiers Legde, Burgstaken und Orth, am 9. November Coserow.

Im Uebrigen verweisen wir auf die betreffenden Ausführungen im letzten Jahres-Berichte, Seite 35 u. 36.

Die beiden folgenden Tabellen sind dem Monats-Berichte der Deutschen Seewarte (Jahrg. XII) entlehnt und gewähren einen Einblick in die Erfolge des Sturmwarnungswesens an den deutschen Küsten.

Digitized by Google

Tabelle I.

Ergebnisse der von der Seewarte bei Gelegenheit zu erwartender grösserer atmosphärischer Störungen ausgegebenen Sturmwarnungen.

Anzahl und Datum der von der Deutschen Seewarte ausgegebenen Sturmwarnungs-Signale.

1887 Monat	Anzahl der Anordnungen zum Heissen	Anzahl der Anordnungen zum Senken	Total	Datum, an welchem Anordnungen zum Heissen von Signalen gegeben wurden.
Januar...	109	55	164	3., 21., 22.
Februar .	123	—	123	3., 23., 24.
März	127	—	127	1., 17., 23., 31.
April ..	141	20	161	2., 7., 15., 18.
Mai	35	—	35	20.
Juni.....	—	—	—	— — — —
Juli	27	—	27	6.
August ..	—	—	—	— — — —
September	63	27	90	2., 24.
Oktober .	348	88	436	11., 14., 20., 23., 24., 26., 30, 31.
November	281	127	408	1., 2., 14., 16., 17., 26., 27., 29.
Dezember	342	100	442	1., 3., 9., 12., 13., 14., 16., 17., 23.
Jahr	1596	417	2013	43 Tage

Tabelle II.

Ergebnisse der im Jahre 1887 von der Seewarte erlassenen Sturmwarnungen.

Jahr	Gruppe der Signalstellen									
	1. 50% und darunter		2. 51 bis inkl. 60%		3. 61 bis inkl. 70%		4. 71 bis inkl. 80%		5. über 80%	
	Anzahl	Prozente	Anzahl	Prozente	Anzahl	Prozente	Anzahl	Prozente	Anzahl	Prozente
1887	22	31	9	55	3	65	4	76	—	—

Der Abenddienst im Interesse des Sturmwarnungswesens wurde in ganz der gleichen Weise wie in den verflossenen Jahren gehandhabt.

2. *Die eigenen periodischen Veröffentlichungen der Seewarte.*

I. Tägliche autographirte Wetter-Berichte der Seewarte.

Im Jahres-Berichte XI wurde Seite 37, 38 und 39 eine ausführliche Darlegung hinsichtlich der Reorganisation der täglichen autographirten Wetterberichte, wie sie im Beginne des Jahres 1886 zur Durchführung kam, gegeben. Da Aenderungen während des Berichts-Jahres mit Bezug auf diese Veröffentlichung nicht eintraten, so sei es gestattet, hier einfach auf die früheren, oben angezogenen Mittheilungen zu verweisen.

II. Monats-Bericht der Deutschen Seewarte (früher „Monatliche Uebersicht der Witterung.")

Die Umwandlung der „Monatlichen Uebersicht der Witterung" in den „Monats-Bericht der Deutschen Seewarte" vollzog sich gleichfalls mit dem Jahre 1886. Im Jahres-Berichte XI wurde denn auch Seite 39 und 40 alles Das niedergelegt, was zu dieser Umwandlung eine Beziehung hat, und verweisen wir in dieser Hinsicht auf die angezogene Stelle. Eine Aenderung, welche in dieser Veröffentlichung während des Berichts-Jahres eintrat, mag hier Erwähnung finden; es bezieht sich dieselbe auf die dem Monats-Berichte beigegebene Tabelle III^c „Monatssumme des Niederschlages in Millimetern auf den Normal-Beobachtungs-Stationen und Signalstellen der Deutschen Seewarte, sowie von Blexen und Helgoland"; es wurden nämlich

Digitized by Google

die Monatssummen der Regenmenge nicht nur — wie im Vorjahre — für jede Station insgesammt gegeben, sondern auch für die Tages- und Nachtstunden (8^h a. m. bis 8^h p. m. bezw. 8^h p. m. bis 8^h a. m.)

Es erschien in dem „Monats-Berichte der Deutschen Seewarte“ — wie oben Seite 40 schon erwähnt — die dort angeführte Broschüre des Abtheilungs-Vorstehers Herrn Dr. van Bebber über die Ergebnisse der Wetterprognosen im Jahre 1886.

III. (bisher IV) **Monatliche Tabelle der Mittel, Summen und Extreme aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungs-Stationen der Seewarte.**

Unverändert für das Berichts-Jahr.

IV. Meteorologisches Jahrbuch nach internationalem Schema, im Verein mit den übrigen deutschen Instituten und Stationen.

Der Jahrgang VIII (1885) der „Meteorologische Beobachtungen in Deutschland“ wurde im Laufe des Berichts-Jahres veröffentlicht, und zwar in derselben Weise, wie in den letzten Jahren. Zu erwähnen ist nur, dass die Barographen-Aufzeichnungen an der Station Keitum zur Zeit der Drucklegung nicht so weit in der Reduktion gefördert waren, dass sie aufgenommen werden konnten. Dieselben sollen übrigens nachgeliefert werden.*)

Der Jahrgang IX „Meteorologische Beobachtungen in Deutschland“ wurde um die Mitte des Berichts-Jahres druckfertig gestellt und konnte daher der Druck während der letzten Monate desselben eifrig gefördert werden.

Auf Seite 2 dieses Jahres-Berichtes ist bereits erwähnt worden, dass in einer Konferenz der Vorstände Deutscher meteorologischer Zentralstellen beschlossen wurde, es solle diese Veröffentlichung in der gegenwärtigen Form mit dem Jahrgange 1886 abgeschlossen werden. An Stelle derselben werden in Zukunft eine Anzahl Einzel-Veröffentlichungen treten, welche unter dem gemeinsamen Titel „Deutsches meteorologisches Jahrbuch“ vom Jahre 1887 an erscheinen werden.

Der rein geschäftliche Verkehr der Abtheilung III umfasste in dem Berichts-Jahre die Erledigung von 465 Nummern amtlicher Schreiben.

X. Bericht über die Thätigkeit der Abtheilung IV.

Chronometer-Prüfungs-Institut.

Inanspruchnahme des Institutes von Seiten der Chronometer-Fabrikanten und Schiffskapitäne. Im Jahre 1887 wurden dem Chronometer-Prüfungs-Institute 38 Marine-Chronometer von Schiffskapitänen der Handelsmarine zur Beobachtung übergeben, deren Verhalten im Allgemeinen als ein befriedigendes bezeichnet werden kann. Auf Veranlassung von Uhrmachern, wissenschaftlichen Instituten und Forschungs-Reisenden wurden 14 Chronometer untersucht. Sämmtliche Instrumente wurden einer möglichst eingehenden, vollständigen Prüfung unterzogen, und es konnte ihnen allen entweder das Prädikat „gut“ oder „besonders gut“ ertheilt werden. Ausserdem wurden auf Ersuchen der Fabrikanten im Laufe des Jahres 1887 4 Pendeluhren geprüft, deren Verhalten ebenfalls ein befriedigendes war.

Die Chronometer-Konkurrenz-Prüfung. An der in den Tagen vom 5. Oktober 1886 bis 3. April 1887 abgehaltenen allgemeinen 10^{ten} Konkurrenz-Prüfung von Marine-Chronometern betheiligten sich 7 deutsche und 1 schweizer Fabrikant durch Einlieferung von — im Ganzen — 28 Chronometern. Von den eingelieferten Uhren erhielten 5 das Prädikat „ausgezeichnet“, 10 das Prädikat „recht gut“ und 3 das Prädikat „gut“. Ein eingehender Bericht über diese 10^{te} Konkurrenz-Prüfung findet sich in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“, Jahrgang 1887, Heft IX (September). Von den geprüften Chronometern wurden 5 Seitens der Kaiserlichen Admiralität und 2 von wissenschaftlichen Instituten angekauft.

*) Die Barographen-Aufzeichnungen von Keitum 1885 sind auf Seite 255 bis 260 in der Veröffentlichung: „Meteorologische Beobachtungen in Deutschland 1886“, Jahrgang IX, zum Abdrucke gebracht.

Digitized by Google

Prüfung der Präzisions-Taschenuhren. Mit Genehmigung Sr. Excellenz des Herrn Chefs der Admiralität hat seit dem 1. Januar 1887 das Chronometer-Prüfungs-Institut die Prüfung von Präzisions-Taschenuhren in systematischer Weise aufgenommen. Jedem im Gebiete des deutschen Reiches etablirten Uhrmacher steht es frei, selbstgefertigte Präzisions-Taschenuhren, welche für die Zwecke der Handelsmarine, sowie der exakten astronomischen und geographischen Forschung bestimmt sind, zur Untersuchung einzuliefern. Die Prüfung zerfällt in zwei Kategorien, eine grössere, eingehendere, und in eine kleinere Prüfung; sie werden sechsmal im Jahre veranstaltet in Gemässheit mit einem, für diese Zwecke erlassenen Regulative. Zu den in der Zeit vom 1. Juni bis 1. Dezember abgehaltenen grösseren Prüfungen wurden 9, und zu den kleineren 14 Präzisionsuhren eingeliefert, und es konnte der Mehrzahl derselben ein Attest über ihr gutes Verhalten ausgestellt werden.

Wissenschaftliche Arbeiten und Untersuchungen. Neben den laufenden Arbeiten des Instituts hat sich dasselbe wieder in eingehendster Weise mit der Anstellung wissenschaftlicher Untersuchungen über das Verhalten der Chronometer auf dem Combe'schen Schaukel-Apparate der Seewarte behufs Ermittelung des Einflusses der Schwankungen, welche sie auf See bei der Schiffsbewegung erleiden, beschäftigt. Der ausführliche Bericht über die sehr interessanten Resultate der bisher auf der Seewarte angestellten Untersuchungen dieser Art wird demnächst in „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“ veröffentlicht werden. Ferner wurden zum Zwecke einer gegenwärtig stattfindenden grösseren Untersuchung über das Verhalten der Chronometer in stark mit Feuchtigkeit angefüllter Luft und bei verschiedenem Luftdrucke eingehende Vorversuche mit 9 zu diesem Zwecke dem Institute Seitens der Kaiserlichen Marine, sowie einzelner Fabrikanten überlieferten Chronometern angestellt. Auch wurden die wissenschaftlichen Ergebnisse der drei letzten, durch die Abtheilung IV abgehaltenen Konkurrenz-Prüfungen von — im Ganzen — 84 Chronometern, wie bereits früher geschehen, bearbeitet und werden dieselben als selbstständige Abhandlung in einem der nächsten Jahrgänge der genannten Veröffentlichung erscheinen.

Auf Grund der im Laufe ihres nunmehr 11jährigen Bestehens von der Abtheilung, sowie auch von den Marine-Observatorien zu Wilhelmshaven und Kiel bei den Prüfungen gemachten Erfahrungen gelangte in einer im Juli des Berichts-Jahres auf Verfügung Sr. Excellenz des Herrn Chefs der Kaiserlichen Admiralität unter dem Vorsitze des Direktors der Seewarte abgehaltenen Konferenz (siehe diesen Jahres-Bericht, Seite 2) der Vorstände der beiden Observatorien und des Chronometer-Prüfungs-Institutes der Beschluss zur Annahme, der Kaiserlichen Admiralität einige Abänderungen in dem bisher bei der Beurtheilung der Güte und der Prämiirung der zu den Konkurrenz-Prüfungen eingelieferten Marine-Chronometer adoptirten Verfahren in Vorschlag zu bringen. Nachdem die Kaiserliche Admiralität ihre Genehmigung den Vorschlägen ertheilt hat, werden dieselben bei der gegenwärtig auf der Abtheilung stattfindenden 11ten Konkurrenz-Prüfung in Anwendung gebracht werden, und lauten die in dem im August 1887 von der Direktion der Seewarte erlassenen Konkurrenz-Ausschreiben enthaltenen darauf bezüglichen Bestimmungen, wie folgt:

„Nach beendigter Prüfung werden die Chronometer ihrer Güte nach so geordnet werden, dass dasjenige Chronometer, bei welchem der Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten eintägigen Gange (Betrag a) plus dem doppelten Betrage der grössten Schwankung im eintägigen Gange von einem Intervalle zum folgenden (Betrag b) ein Minimum ist, den ersten Rang in der zu veröffentlichenden Prüfungsliste einnimmt, und die anderen Chronometer nach der Zunahme der Summe dieser beiden numerischen Grössen plus der genäherten täglichen Acceleration (gleich c) nachfolgen; dabei wird darauf aufmerksam gemacht, dass die in dem Berichte über die Konkurrenz-Prüfung der Marine-Chronometer, abgehalten auf der Deutschen Seewarte im Jahre 1878, und in den „Annalen der Hydrographie etc.“ 1878, Heft II, besprochenen Werthe A und B in Beziehung auf die Beurtheilung den gleichen Werth haben, wie die Werthe a und b, da die ersteren für 10 Tage, die letzteren für 1 Tag gelten.“

„Einer Verfügung der Kaiserlichen Admiralität vom 24. August d. J. zufolge wird auch in diesem Jahre eine Prämiirung von Chronometern stattfinden, an welcher die geprüften Instrumente nach den bei der Prüfung erzielten Resultaten in der Weise theilnehmen, dass das in der Liste die erste Stelle einnehmende Chronometer, jedoch unter der Bedingung, dass der Betrag $a+2b+c$ den Werth von 2·5 nicht erreicht, voransteht. Innerhalb dieser I. Klasse, welche allein zur Prämiirung berechtigt ist, werden die einzelnen Chronometer nach den Beträgen $a+2b+c$ (der geringere Betrag stets voran) geordnet. Die erste Prämie beträgt 700 M., das die zweite Stelle einnehmende Chronometer erhält eine Prämie von 600 M. und die vier folgenden Instrumente erhalten eine solche von resp. 500, 400, 300 und 300 M.“

Digitized by Google

Ausserdem ist durch Verfügung Sr. Excellenz des Herrn Chefs der Admiralität vom 9. Juni 1887 angeordnet worden, dass von nun an alle Konkurrenz-Prüfungen von Marine-Chronometern ausschliesslich auf der Abtheilung IV der Seewarte abgehalten werden sollen.

In Erwägung des leider noch immer in den Seemannskreisen vielfach mangelnden Verständnisses für die Wichtigkeit eines nach strengen Grundsätzen geführten Chronometer-Journales bei der Verwerthung der Angaben der Marine-Chronometer wurde durch die Abtheilung ein solches „Chronometer-Journal" nebst Instruktion für die Führung desselben ausgearbeitet. Es schliesst sich dasselbe dem Schema an, welches im „Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean", herausgegeben von der Direktion der Seewarte (Seite 349), empfohlen und auch erklärt wird. Die Formulare dieses Journales werden den Schiffsführern von der Seewarte oder deren Agenturen, gegen die Verpflichtung der Rücklieferung nach der Reise auf Verlangen gratis übergeben. Es steht zu hoffen, dass die Kapitäne sich in der Folge an den Gebrauch solcher Chronometerbücher gewöhnen und zur Erkenntniss der Vortheile, welche diese für die Gang- und Standvergleichung der Chronometer bieten, gelangen werden. Nur auf Grund solcher gut geführter Journale, in Verbindung mit den oben angeführten, auf dem Institute stattfindenden Untersuchungen, wird es dem letzteren möglich sein, eine Einsicht in die Veränderungen zu gewinnen, welche die Uhren auf See in Folge der Bewegungen des Schiffskörpers und der vermehrten Luftfeuchtigkeit in ihrem Gange erleiden, und Regeln für diese aufzustellen.

Auch in diesem Jahres-Berichte sieht sich die Direktion veranlasst, ihr Bedauern über die, wenn schon sich stetig vermehrende, doch im Vergleich zur Betheiligung der Uhrmacher und wissenschaftlichen Institute an den Arbeiten der Abtheilung, viel zu geringe Inanspruchnahme der Anstalt seitens der Schiffsführer und Rhedereien auszusprechen. Die betheiligten Kreise werden wiederholt in ihrem eigenen Interesse aufgefordert, ihre Chronometer, so oft sich ihnen dazu eine Gelegenheit bietet, dem Institute zur Beobachtung und Gangbestimmung zu übergeben, sowie denselben der dringende Rath ertheilt wird, bei der Neubeschaffung von Präzisions-Uhren nur solche zu wählen, welche einer Prüfung auf der Seewarte unterzogen worden sind.

Der Bestand der Abtheilung an Apparaten und Modellen blieb, abgesehen von der Anschaffung eines neuen zuverlässigen Aneroid-Barometers für Angaben im luftverdünnten Raume, eines besonderen Wärme- und Kälteapparates für die Taschenuhr-Prüfungen und eines von Th. Knoblich konstruirten, sehr anschaulichen Duplex-Echappements, im Wesentlichen unverändert. Doch wird im kommenden Jahre eine Vergrösserung des Haupt-Wärmeapparates, durch welche ermöglicht werden wird, dass gleichzeitig neben den Chronometern auch die Taschenuhren in höheren Temperaturen in demselben geprüft werden können, durchaus erforderlich sein. Auch muss hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass durch die steigende Thätigkeit des Institutes die gegenwärtig vorhandenen Dienst- und Untersuchungsräume für die Bedürfnisse desselben nicht mehr ausreichen und dass eine Vermehrung und Erweiterung derselben durch einen am Gebäude auszuführenden Anbau zur dringenden Nothwendigkeit geworden ist. Die Direktion wird nicht ermangeln, seiner Zeit höheren Ortes ihre diesbezüglichen Vorschläge zur hochgeneigten Erwägung vorzulegen.

XI. Ueber die wissenschaftlichen Arbeiten,

ausgeführt unabhängig von den einzelnen Abtheilungen.

Der Lehrkursus.

Professor Dr. Köppen war im Berichts-Jahre vorwiegend einerseits mit der Ausarbeitung der neuen fortlaufenden Publikation der Seewarte, der Vierteljahrs-Wetter-Rundschau für den Nordatlantischen Ozean (siehe Seite 12 und 13 dieses Berichtes), andererseits mit klimatologischen Studien beschäftigt, welche meist im Zusammenhang mit der Ausarbeitung des Segelhandbuchs für den Indischen Ozean stehen. Die genannte „Rundschau" bildet eine Diskussion und Ergänzung der von der Seewarte im Verein mit dem Dänischen Meteorologischen Institut herausgegebenen Täglichen Synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und die anliegenden Theile der Kontinente; sie führt die Aenderungen in der

Digitized by Google

Druckvertheilung und gesammten Witterungslage in möglichst knapper und der weiteren statistischen und physikalischen Beobachtung entgegenkommender Form vor, einerseits durch eine Anzahl (8—9 pro Vierteljahr) Karten, auf denen die Lage und Bewegungen der barometrischen Maxima und Minima für natürliche Zeitabschnitte vorgeführt sind, andererseits durch einen kurzen, an diese Karten sich anlehnenden Text, dem als Anhang eine Tabelle der monatlichen Temperatur-Abweichungen vom Normalwerth beigegeben ist; der zweite Theil der Rundschau, welcher die Anwendung der Kenntniss der Wetterlage in der Navigirung behandelt, wird vom Vorsteher der Abtheilung I geliefert. Die Vierteljahrs-Wetter-Rundschau erscheint, wie an anderer Stelle ausgeführt ist, zuerst in den „Annalen der Hydrographie etc." nnd wird sodann in passend hergestellten Separatabdrücken als selbstständige Publikation der Seewarte an deren Mitarbeiter und die verwandten Institute vertheilt. Als erstes Vierteljahr wurde das auf den Abschluss des „Polarjahres" 1882/83 folgende, nämlich der Herbst 1883, gewählt, weil die S. 30 des Jahresberichtes pro 1885 erwähnte Unterbrechung in der Publikation der Synoptischen Karten vom Ozean, welche durch die Inangriffnahme ähnlicher Karten seitens des Londoner Meteorologischen Amtes für das „Polarjahr" veranlasst wurde, den genannten Zeitpunkt gleichsam als Beginn einer neuen Serie der Karten erscheinen liess. Im Laufe des Berichts-Jahres erschienen von der Vierteljahrs-Wetter-Rundschau die Quartale 1 und 2, Herbst 1883 und Winter 1883/84 umfassend.

Die Arbeiten auf dem Gebiete der maritimen Meteorologie, welche Prof. Köppen im Berichts-Jahre theils allein, theils in Zusammenarbeit mit der Abtheilung I fertigstellte, sind im Verzeichnisse der in den „Annalen der Hydrographie etc." erschienenen Mittheilungen von der Seewarte aufgeführt. Es sind dies namentlich die graphischen Darstellungen der Regenvertheilung auf dem Atlantischen und dem Indischen Ozean, und der Vertheilung der Schiffe auf dem letzteren, so wie eine mit zwei Darstellungen nach demselben Systeme der Linien gleichen Werthes (Isoplethen) ausgestattete Untersuchung über die Vertheilung der Bewölkung im östlichen Theile des Nordatlantischen Ozeans, ferner eine Studie über die Regenverhältnisse der Insel Mauritius und endlich eine Erwiderung auf die Einwände, welche der Herr Vice-Admiral der franz. Marine Cloué gegen den Bericht der Seewarte über die Augusta-Zyklone vom Juni 1885 erhoben hatte. Ausserdem hat Herr Prof. Köppen im Berichts-Jahre einige meteorologische Arbeiten mehr privater Natur geliefert, unter denen als in nächster Verbindung mit den Zielen der Seewarte stehend zu erwähnen sind die beiden Aufsätze „Einiges über Wolkenformen" und „Die Gewitter vom 13.—17. Juli 1884 in Deutschland" in der „Meteorol. Zeitschrift", Juni, Juli und Dezember 1887, und die „Regenkarte der Erde" in Berghaus' physikalischem Atlas.

Die Thätigkeit des Hülfsarbeiters des Direktors kann in gewissem Sinne zu gleicher Zeit als eine Darlegung über einen Theil der vom Direktor persönlich ausgeführten wissenschaftlichen Arbeiten angesehen werden: es wurden dieselben von dem Direktor angeordnet, geleitet und überwacht. Abgesehen von der fortlaufenden Erledigung der dem Hülfsarbeiter des Direktors gestellten Aufgaben: Bestimmung der magnetischen Elemente, Ablesung des Strahlungs-Thermometers, Untersuchung der Anemometer, Buchführung über die durch die „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie" zu veröffentlichenden Arbeiten, Besorgung der Literatur für die wissenschaftlichen Kolloquien u. s. w. wurden die im Nachfolgenden angeführten Arbeiten erledigt:

1) Bestimmung des Werthes der magnetischen Elemente in der Nähe von Altona bei der Diebsteicher Mühle, bei Berlin und Swinemünde.
2) Reduktion längerer Reihen magnetischer Beobachtungen aus verschiedenen Gegenden der Erde auf 1885.0.
3) Die Ableitung der säkulären Aenderung ist an der Hand älterer und neuerer Karten ausgeführt für Frankreich, Grossbritannien, Italien, das Gebiet des Kaspischen Meeres, Victoria (Australien), das Gebiet des Atlantischen Ozeans. Damit in Verbindung stehend wurde alles neue Material nach geographischer Position geordnet und in Tabellen eingetragen.
4) Für das Polarjahr 1882—1883 ist sowohl für die bereits veröffentlichten Polarstationen, sowie auch eine Reihe anderer Orten der tägliche Gang der Deklination für die beiden Perioden des Jahres April—September und Oktober—März abgeleitet worden.
5) Die Beobachtungen über Temperatur der Luft, welche an verschiedenen Plätzen um und vor der Seewarte seit 1886 angestellt worden waren, wurden zur Diskussion vorbereitet und die Arbeiten darüber abgeschlossen.

Digitized by Google

6) Die seit dem 15. Oktober 1887 mehrmals täglich vorgenommenen Ablesungen am Glyzerin-Barometer und dem Vergleichs-Quecksilber-Barometer No. 736 im Lichthof wurden berechnet. Es zeigten sich zu Anfang noch mehrfach Unregelmässigkeiten am Glyzerin-Barometer, indem die Luft nicht vollkommen fern gehalten werden konnte sowohl aus dem Glyzerin selbst, wie auch aus der Toricellischen Leere. Nach mehrfachen Manipulationen um diese Uebelstände zu heben, bewährte sich das Instrument so, dass die entsprechende Quecksilbersäule (gleichwerthige Skala) berechnet und angebracht werden konnte. Das Glyzerin-Barometer wird regelmässig um 8^h früh abgelesen und eingestellt, so dass es weithin sichtbar ist.

7) Die Aufzeichnungen des Sonnenschein-Autographen wurden für die Periode vom 1. September 1884 bis 31. Dezember 1885 tabellenmässig bearbeitet, um dieselben bei der Diskussion der Temperatur-Verhältnisse an der Seewarte verwenden zu können.

8) Gegen Ende des Jahres ist mit dem Ausziehen der Beobachtungen für Luft- und Wasser-Temperaturen im Indischen Ozean aus den Schiffs-Journalen der Seewarte begonnen worden; die Route Kapstadt nach Zanzibar wurde vollendet. Diese Arbeit ist bestimmt, in dem Atlas zum Segelhandbuch des Indischen Ozeans verwendet zu werden.

Ausser verschiedenen anderen wissenschaftlichen Arbeiten, wie der Herausgabe des „Aus dem Archiv der Seewarte (Jahrgang VIII, IX und X), der Abfassung der Wetterberichte, der Herausgabe einer Geschichte der Thätigkeit seit den ersten 12 Jahren des Bestehens der Seewarte, beschäftigte sich der Direktor mit der im Vorjahre begonnenen Diskussion sämmtlicher vorhandenen rezenten magnetischen Beobachtungen. Die Neukonstruktion der magnetischen Karten (pro 1885.0) wurde hinsichtlich der Deklinations- oder Isogonen-Karten zu Ende geführt.

Der Zeichner des Institutes. Die von dem Zeichner ausgeführten laufenden Arbeiten waren, wie in früheren Jahren, die folgenden:

Autographien der täglichen Wetterkarten,
Korrekturen und Nachträge für dieselben (vierteljährlich),
Karten über das Vorkommen des Treibeises bei Neufundland,
Karten für die Vierteljahrs-Wetter-Rundschau pro 1883 (Herbst) bis 1884 (Winter, Frühjahr), diese gezeichneten Karten werden im Hydrographischen Amte photo-lithographirt,
Korrekturen der Seekarten, nach Titeln geordnet:
I, 137; II, 75; III, 76; IV, 23; V, 59; VI, 104; VII, 27; VIII, 20; IX, 56; X, 68; XI, 64; XII, 88; XIII, 18.

Die Summe aller Korrekturen beträgt 815.

Die Karten-Sammlung der Seewarte wurde benutzt an 140 Tagen; 298 Karten wurden an Ort und Stelle eingesehen, 87 wurden leihweise entnommen.

Die Karten-Sammlung der Seewarte steht zwar unter der Verwaltung des Bibliothekars, der Zeichner des Institutes hat aber dieselbe nach allen Richtungen hin im Stande zu erhalten.

Von besonderen Arbeiten, welche der Zeichner im Berichts-Jahre auszuführen hatte, sind zu nennen, die Hülfeleistungen im Entwerfen und Reinzeichnen der magnetischen Karten der Erde.

Zum 90. Geburtsfeste Sr. Majestät des Kaisers Wilhelm wurde eine Jubel-Wetterkarte für den 22. März 1797 hergestellt, bei welcher Arbeit der Zeichner mitzuwirken hatte.

Herr Karl Fehse war während des Berichts-Jahres sehr durch die Unterstützung der Arbeiten des Zeichners in Anspruch genommen. Von fortlaufenden Arbeiten, welche diesem Herrn übertragen waren, sind die Minima-Karten für die Monats-Berichte der Deutschen Seewarte, 12 an Zahl, von September 1886 bis September 1887, zu nennen. Die Zeichnung und Lithographie einer kleinen Karte von Deutschland (1 : 8,000,000) einer weiteren und Autographie einer Karte der deutschen Küste von Cuxhaven bis Swinemünde, einer Anzahl von Chronometer-Unruhen für den Modellsaal wurden von Herrn Fehse im Laufe des Berichts-Jahres erledigt. Ebenso wurde für Veröffentlichungen der Seewarte eine Anzahl von Illustrationen entworfen und gezeichnet. Die Zeichnung von Kurven der Temperatur nach dem Thermometer am „Meteorologischen Fenster der Seewarte“ und am „Meteorologischen Fenster am Seemannshause“ und in der Thermometer-Hütte auf dem Reservoir wurde, für die photo-lithographische Reproduktion berechnet, fertig gestellt und Anderes theils begonnen, theils beendet.

Digitized by Google

Die Direktion erachtet es als eine Pflicht, an dieser Stelle dem Eifer, der Geschicklichkeit und Tüchtigkeit, sowie der Pflichttreue des Zeichners Herrn Denys, sowie des zu seiner Aushülfe thätigen Herrn Fehse die volle Anerkennung zu zollen. Es ist in der That gerade für diesen Zweig der vielgestaltigen Thätigkeit des Instituts keine leichte Aufgabe, den zahlreichen und mannichfaltigen Anforderungen, die an dieselben zu allen Zeiten gestellt werden müssen, gerecht zu werden.

Die Druckerei war auch im Laufe des Berichts-Jahres stark in Anspruch genommen. Die „Tägliche Synoptische Wetterkarten" für den Nordatlantischen Ozean mussten ohne Unterbrechung zum Abdrucke kommen und zwar kamen während der Epoche 3 Quartale zum Drucke. Die „Täglichen Autographirten Wetterberichte der Seewarte" wurden gleichfalls, wie gewöhnlich, seit Ostern 1883, von der Druckerei erledigt. Der Gasmotor funktionirte gegen die Mitte des Berichts-Jahres nicht mehr dem Zwecke entsprechend und musste durch einen grösseren ersetzt werden (siehe Seite 3 dieses Berichtes). Die mit der Montirung desselben nothwendiger Weise verbundene Störung der Leistungen musste auch auf die Arbeiten der Druckerei einigen, wenn auch nur vorübergehenden Einfluss äussern. Die Arbeiten des Mechanikers des Institutes erfuhren insofern eine zeitweise Verzögerung, als der bisherige Inhaber dieser Stelle, wie schon oben Seite 1 erwähnt, das Institut verliess und der damit verknüpfte Wechsel einige Störung verursachen musste.

Die Sitzungen der Abtheilungs-Vorsteher unter dem Vorsitze des Direktors, welche in Gemässheit mit der von dem Chef der Admiralität für die Seewarte erlassenen Instruktion allwöchentlich abzuhalten sind, fanden auch im Berichts-Jahre regelmässig statt; als Protokollführer funktionirte wieder der Abtheilungs-Vorsteher Kapitän Dinklage.

Der Lehrkursus.

Der Lehrkursus für Navigations-Lehrer und Navigationsschul-Aspiranten wurde am 1. April des Berichts-Jahres eröffnet und am 30. September geschlossen. Es nahmen die folgenden Herren am Unterricht Theil:

1. Ch. Holz, Navigations-Lehrer in Barth,
2. B. Ihnken, Navigationsschul-Aspirant in Leer
3. L. Meyer, Navigationsschul-Aspirant in Wyk auf Föhr,
4. C. Braun, Schiffskapitän, bisher Navigationsschul-Aspirant in Altona.

Der regelmässige Unterricht umfasste 620 Stunden. Davon entfielen auf die einzelnen Unterrichts-Gegenstände und auf die verschiedenen Lehrer:

1. Algebraische Analysis, 36 Stunden von Herrn Eylert.
2. Analytische Geometrie, 53 Stunden von Herrn Eylert.
3. Differenzial- und Integral-Rechnung, 105 Stunden von Herrn Eylert.
4. Theoretische, Nautische, Sphärische Astronomie, Lehren von den astronomischen Instrumenten und Beobachtungen mit denselben, 90 Stunden (Herr Eylert 19, Herr Dr. Ambronn 71).
5. Die Lehre von den physikalischen, magnetischen und meteorologischen Instrumenten, soweit dieselben für nautische Zwecke in Betracht kommen, 113 Stunden von Herrn Eylert.
6. Die Lehre von den Deviationen des Kompasses an Bord eiserner Schiffe, 117 Stunden von Herrn Eylert.
7. Hydrographie und Meteorologie, 53 Stunden von Herrn Dr. E. Brückner.
8. Physik und analytische Mechanik, 48 Stunden von Herrn Dr. E. Herrmann.
9. Vorträge allgemeinen Inhalts, über Erdmagnetismus, Maritime Meteorologie etc., 5 Stunden, Herr Prof. Dr. Neumayer.

Von den 620 Unterrichtsstunden, welche im Lehrkursus ertheilt worden sind, entfallen 443 auf den Hauptlehrer Herrn Eylert, während hier dankend erwähnt werden muss, dass Herr Dr. Herrmann sich der Ertheilung von 48 Unterrichtsstunden über Physik mit dazu gehörigen Experimenten u. s. w., ohne Entgelt unterzog, da die zur Honorirung erforderlichen Mittel nicht zur Verfügung gestellt werden konnten.

Digitized by Google

Ausser den oben im Einzelnen angeführten Unterrichtsstunden wurden 31 Nachtstunden zu astronomischen Beobachtungen, bei welchen die Leitung in 25 Stunden Herrn Dr. Ambronn und in 6 Stunden dem Hauptlehrer Herrn Eylert zufiel. Wie in früheren Jahren, so wurden auch in diesem Exkursionen zu Zwecken der praktischen Uebung in der Behandlung der Deviation an Bord eiserner Schiffe, der Kompensation der Kompasse, in dem Anstellen von magnetischen Beobachtungen im Freien u. s. w. vorgenommen. Werkstätten von Mechanikern und Chronometer-Machern wurden gleichfalls zur Information der Theilnehmer am Lehrkursus besucht.

Als Hospitanten nahmen am Lehrkursus die folgenden Herren Theil:

1. Kapitän Kophamel aus Hamburg an 25 Unterrichtsstunden über Deviation, ebenso die Kapitäne Schmidt und Gade.
2. Dr. Fineman aus Upsala an 27 Unterrichtsstunden über verschiedene Gegenstände, vorzugsweise zur Information über den Gang und die Behandlung des Unterrichtes.
3. Dr. Forstén aus Helsingfors, der sich zu seiner Ausbildung 9—10 Monate an der Seewarte aufhielt, besuchte mehrere Unterrichtsstunden über verschiedene Gegenstände.

Im Uebrigen glaubt die Direktion von jeder weiteren Erörterung über den Lehrkursus, namentlich über zweckmässige Einrichtung desselben, in diesem Jahres-Berichte absehen zu können, umsomehr, da sie schon seit mehreren Jahren ihren Stand zur Sache dieses Kursus klar und bestimmt dargelegt hat und nur abermals die in den einzelnen Jahres-Berichten gemachten Vorschläge wiederholen könnte. Sie gestattet sich auf ihre früheren diesbezüglichen Ausführungen einfach zu verweisen, indem sie dabei hervorhebt, dass auch heute noch die von ihr zu verschiedenen Zeiten gemachten Vorschläge einer Beachtung und Berücksichtigung werth sind. (VIII. Jahres-Bericht Seite 54.)

Die wissenschaftlichen Kolloquien wurden im Berichts-Jahre mit kurzen Unterbrechungen, wie in früheren Jahren abgehalten.

XII. Literarische Thätigkeit und wissenschaftlicher Verkehr der Seewarte 1887.

Dieses Kapitel wird wieder, wie in den früheren Jahren, in folgenden Abschnitten behandelt:

1. Verzeichniss sämmtlicher Arbeiten, welche als *Mittheilungen von der Deutschen Seewarte* in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie", Jahrgang XV (1887), erschienen sind.
2. Weitere Arbeiten der Seewarte, welche separat erschienen sind, oder als Theile anderer Werke.
3. Die Kolloquien der Seewarte.
4. Beziehungen der Seewarte zu wissenschaftlichen Instituten, Vereinen und Behörden des In- und Auslandes (Ende 1887).

---

1. Verzeichniss sämmtlicher Arbeiten, welche als Mittheilungen von der Deutschen Seewarte in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie", Jahrgang XV (1887), erschienen sind.

NB. In dem nachfolgenden Verzeichniss der in den Annalen publizirten Arbeiten geben die in Klammern gesetzten Zahlen das Heft und die Seite des Jahrganges an, wo die Arbeit veröffentlicht wurde. Die in den früheren Jahres-Berichten befolgte Aufzählung der Arbeiten nach neun, durch fortlaufende Nummern bezeichneten Gruppen ist auch hier beibehalten. In diesem Verzeichnisse fehlende Nummern zeigen an, dass von der betreffenden Gruppe keine Arbeit veröffentlicht worden.

I. Allgemeines.

1. Waldbrand an der Küste von Australien. (III. 123).
2. Aschenfall in Neu-Guinea. (V. 210).
3. Graphische Darstellung der Vertheilung der für die Seewarte beobachtenden deutschen Schiffe über den Indischen Ozean nach geographischer Breite und Jahreszeit. (VIII. 327).

Digitized by Google

II. Reisen, Nachrichten über Häfen, Positions-Bestimmungen, Entdeckungen u. s. w.

4. Bemerkungen über Montevideo und über den Hafen von Charleston. Von Kapt. C. Scheibe, Führer der deutschen Bark „Oberbürgermeister von Winter". (I. 16).
5. Bemerkungen über Sabanilla. (I. 40).
6. Aus dem Reiseberichte des Kapt. J. Hendorff von der deutschen Bark „Werner". Bemerkungen über Colachel und St. Helena. (II. 61).
7. Aus dem Reiseberichte des Kapt. R. Mehring von dem deutschen Vollschiffe „Herrmann". Kingston in Südaustralien; Südlicht-Erscheinung. (II. 67).
8. Bemerkungen über New-Castle, N. S. W. (II. 81).
9. Aus dem Reiseberichte des Kapt. H. Hellwege von der deutschen Bark „Patagonia". (III. 96).
10. Aus den Reiseberichten der Kapitäne C. Fesenfeldt, Führer der deutschen Bark „Ida", und C. F. Lindenberg von der deutschen Bark „Frida Grampp". (III. 99).
11. Mittheilung des Kapt. E. Westergaard von der deutschen Bark „Ferdinand" über den Hafen von Zebu, Philippinen. (III. 102).
12. Bericht des Kapt. Lammers von der deutschen Brigg „Nicolaus" über eine Reise von Liverpool nach Banana und von dort über Westindien nach Kopenhagen, mit einer Beschreibung der in der Nähe der Guinea-Küste häufig auftretenden Gewitterböen. (IV. 142).
13. Bemerkungen über Tamarindo und Corinto an der pazifischen Küste von Zentral-Amerika. Von Kapt. Dabbert, Führer des deutschen Schiffes „Malvina". (IV. 145).
14. Ueber die Kaan-Inseln. (IV. 174).
15. Ueber den Hafenplatz Wood's Hole an der Ostküste Nordamerikas. (V. 211).
16. Der Hafen von Huite, Insel Chiloe. (V. 213).
17. Aus dem Reiseberichte des Kapt. O. Kampehl, Führer der deutschen Bark „Speculant". (VIII. 310).
18. Aus dem Reiseberichte des Kapt. G. Inhülsen, Führer der deutschen Brigg „J. H. Lübken". Beobachtungen in Kaiser Wilhelms-Land, dem Bismarck-Archipel, Apia und Lefuka. (IX. 349).
19. Notizen aus Java. 1. Anjer und Batavia. 2. Rembang. 3. Soerabaya. 4. Passoeroean. 5. Banjoewangi und die Bali-Strasse. Von Kapt. J. Hendorff, Führer der deutschen Bark „Werner". (X. 396).
20. Bericht über Häfen am Golf von Persien. Von R. Wolkowitz, Führer des persischen Dampfers „Persepolis". 1. Buschehr. 2. Mohammerah. (XI. 432).
21. Einige Bemerkungen über die Strömungs-, Wind- und Witterungsverhältnisse an der Südostküste von Australien. Von Kapt. R. Mehring, Führer des deutschen Vollschiffes „Hermann". (XI. 459).
22. Ueber Estero Real an der Westküste von Nicaragua. (XI. 464).
23. Aus dem Reiseberichte des Kapt. F. Reiners, Führer der deutschen Bark „Aeolus". Bemerkungen über Callao, Corinto, Punta Arenas, Chira, Icacal. (XII. 483).
24. Aus dem Reiseberichte des Kapt. R. F. Abken, Führer der deutschen Bark „Janbaas". Von der Sunda-Strasse nach Soerabaya; von hier durch die Bali-Strasse, Tuticorin an der Coromandel-Küste. (XII. 486).
25. Die Insel Aves de Sotavento (Westindien). (XII. 519).
26. Einige Bemerkungen über San Blas, Mazatlan und Tumaco. (XII. 519).
27. Talcahuano in Chile und Manta in Ecuador. (XII. 520).
28. Makassar. (XII. 521).

IV. Hydrographische Mittheilungen.

29. Flaschenposten. (I. 42. 42, II. 84, 84, 84, III. 126, 126, 126, 127, 127, IV. 175, V. 215, 215, 215, 215, 215, 216, 216, VI. 253, 254, 254, 254, 254, VII. 288, 289, 289, 289, VIII. 331, 331, 331, IX. 375, 375, XI. 464, 464, 465, 465, 465, 465, 465, XII. 521, 521, 521, 521.
30. Strömung unter der Küste von Venezuela und Neu-Granada. (I. 40).
31. Ueber die Untiefe Arcona Breaker. (I. 40).
32. Meeres-Temperatur-Beobachtungen auf der Route von Hamburg über London und Lissabon nach Südwest-Afrika. (II. 68).
33. Strömung in der Sunda-Strasse. (II. 82).

Digitized by Google

34. Eis im Südatlantischen Ozean. (III. 123).
35. Karten-Skizze des Treibeises bei Neufundland in den ersten Monaten des Jahres 1887. (IV.) April und Mai 1887. (VI.) Juni und Juli 1887. (VIII).
36. Flaschenposten, angetrieben an der Küste von Trinidad (Westindien). (VIII. 332).
37. Meeres-Temperatur-Beobachtungen im östlichen Theile des Südatlantischen Ozeans und in der Walfisch-Bai. (IX. 353).
38. Eis im Südatlantischen Ozean. (XII. 516).
39. Eis im südöstlichen Theile des Südatlantischen Ozeans. (XII. 517).
40. Rasche Aenderung der Temperatur der Meeresoberfläche. (XII. 517).
41. Die Durchsegelung der Strasse Le Maire. (XII. 517).

V. Meteorologische Mittheilungen.

42. Sternschnuppenfall. (II. 80).
43. Südlicht im Südatlantischen Ozean. (III. 123).
44. Zwei Orkane im nordwestlichen Theile des Stillen Ozeans, in der Nähe von Japan. (IV. 164).
45. Orkane und Stürme im südlichen Stillen Ozean, in der Nähe der Oster-Insel. (V. 208).
46. Regenverhältnisse der Insel Mauritius und der angrenzenden Meerestheile. Von Prof. Dr. W. Köppen. (VII. 280).
47. Graphische Darstellung der Regenvertheilung auf dem Atlantischen und dem Indischen Ozean nach der geographischen Breite und der Jahreszeit. Von Prof. Dr. W. Köppen. (VIII. 324). (Mit 1 Tafel).
48. Die Untersuchungen von Elias Loomis über die Form, Ausdehnung und Fortpflanzung der barometrischen Maxima, sowie über die Beziehungen der Maxima und Minima, besprochen von Dr. J. van Bebber. (IX. 355).
49. Die Bewölkung im östlichen Theile des Nordatlantischen Ozeans. Von Prof. Dr. W. Köppen. (X. 409). (Mit 1 Karte).
50. Bemerkungen zu dem zweiten Berichte des Herrn Vice-Admirals Cloué über die Aden-Zyklone vom Juni 1885. (XII. 500).
51. Südlicht-Erscheinungen. (XII. 515).
52. Ueber Zodiakallicht. (XII. 515).
53. Die Witterung in Honolulu von Anfang Oktober bis Mitte Dezember 1886. (XII. 517).
54. Gewitter im Südatlantischen Ozean. (XII. 518).

VI. Instrumenten-Prüfung.

55. Bericht über die zehnte, auf der Deutschen Seewarte im Winter 1886—87 abgehaltene Konkurrenz-Prüfung von Marine-Chronometern. (IX. 365).

VIII. 56—68. Eine Tabelle der Mittel, Summen und Extreme

ist für jeden Monat von Dezember 1886 bis November 1887 aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungs-Stationen an der deutschen Küste zusammengestellt und fortlaufend in den Annalen veröffentlicht worden, so dass die Tabelle für Dezember 1886 in Heft I, die für Januar 1887 in Heft II und so fort, die Tabelle für November 1887 in Heft XII erschienen ist.

IX. Vierteljahrs-Wetter-Rundschau der Deutschen Seewarte an der Hand der Täglichen Synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean.

69. Herbst 1883. (Mit 9 Karten). I. Allgemeine Untersuchungen über die Wetterlage auf dem Nordatlantischen Ozean. (VII. 255).
70. II. Anwendung der Kenntniss der Wetterlage in der Navigirung. (VIII. 316).
71. Winter 1883—84. I. (wie oben). (Mit 8 Karten). (XI. 447).
72. II. (wie oben). (XII. 488).

Digitized by Google

2. Weitere Arbeiten der Seewarte, welche separat erschienen sind oder als Theile anderer Werke.

1. **Monatsbericht der Deutschen Seewarte für jeden Monat d. J. 1887.** Herausgegeben von der Direktion. (Siehe diesen Jahres-Bericht, Seite 39.)

2. **Täglicher Wetter-Bericht der Deutschen Seewarte.**

I. Tabellarischer Morgen-Bericht.
II. Geographische Uebersicht und Nachmittags-Bericht. } Jahrgang 1887.

3. **Meteorologische Beobachtungen in Deutschland**, von 25 Stationen II. Ordnung, sowie stündliche Aufzeichnungen von 3 Normal-Beobachtungs-Stationen der Seewarte und von Kaiserslautern; die Stürme nach den Signalstellen der Seewarte. 1885, Jahrgang VIII. Hamburg 1887.

4. **Resultate meteorologischer Beobachtungen** von Deutschen und Holländischen Schiffen für Eingradfelder des Nordatlantischen Ozeans. Quadrat 112, No. VII. Hamburg 1887.

5. **Deutsche Ueberseeische Meteorologische Beobachtungen.** Gesammelt und Herausgegeben von der Deutschen Seewarte. Heft I. Labrador, Hatzfeldthafen, Walfischbay. Hamburg 1887.

Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte.
(Ein Sammelwerk und Repertorium.)

Der X. Jahrgang 1887 enthält die nachfolgend benannten Abhandlungen, Berichte etc.

6. No. 1. Jahres-Bericht der Deutschen Seewarte für das Jahr 1887. Herausgegeben von der Direktion.
7. No. 2. Studien über Luftdruck und Temperatur, von Prof. Dr. Köppen.
8. No. 3. Der Kreislauf der atmosphärischen Luft zwischen hohen und niederen Breiten, die Druckvertheilung und mittlere Windrichtung von M. Möller. Mit Nachtrag und Berichtigung.
9. No. 4. Die Bahnkurven des Combe'schen Apparates, von Dr. E. Liebenthal. Nebst 3 Figurentafeln. Hamburg 1887.

3. Die Kolloquien in der Deutschen Seewarte.

Ueber die Kolloquien der Seewarte wurde bereits an einer anderen Stelle dieses Jahres-Berichtes kurz gesprochen. (Seite 48).

4. Beziehungen der Seewarte zu wissenschaftlichen Instituten, Vereinen und Behörden des In- und Auslandes. (Ende 1887.)

NB. Die mit * bezeichneten stehen mit der Seewarte im Schriften-Austausch.

1. Deutsches Reich.

Altkirch i. E. Herr Gymnasiallehrer Eberle.

Ansbach. Herr Prof. Dr. Jüdt.

Bamberg. Herr Prof. Dr. Hoh.
Herr Realschul-Rektor Schumann.

Berlin. Kaiserliche Admiralität.
*Hydrographisches Amt der Admiralität.
*Kaiserliches Statistisches Amt.
*Königlich Preuss. Statistisches Bureau.
*Kaiserlich Deutsches Gesundheitsamt.
*Königl. Preuss. Meteorologisches Institut.
*Reichsamt des Innern.
*Reichs-Postamt.
*Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission.
Kaiserliches Ober-Seeamt.
Königl. Akademie der Wissenschaften.
*Königliche Sternwarte.

Berlin. Trigonometrische Abtheilung der Königl. Preuss. Landes-Triangulation.
Königliche Bibliothek.
Bibliothek des Deutschen Reichstages.
*Deutscher Fischerei-Verein.
*Gesellschaft für Erdkunde.
Herr Prof. Dr. Tietjen.
Herr Geheimrath Prof. Dr. Foerster.
Herr Geheimer Ober-Regierungs-Rath Dr. R. Thiel.
Herr Prof. Dr. Börnstein.
Herr Dr. W. Zenker.
*Königliche Luftschiffer-Abtheilung.
Herr Astronom O. Jesse, Steglitz.
*Königlich Preuss. Geodätisches Institut.
*Akademisch-Astronomischer Verein.
Herr Dr. Pernet.
Herr Prof. Dr. v. Bezold, Direktor des Meteorologischen Instituts.

Digitized by Google

Bernburg a. S. Herr Dr. H. Suhle.

Bonn. Königliche Sternwarte.

Braunschweig. Herr F. Klages.
Herr Privatdozent Pattenhausen.

Bremen. *Naturwissenschaftlicher Verein.
*Direktion des Norddeutschen Lloyd.
*Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger.
Herr Senator Meier.

Breslau. Königliche Sternwarte.
Herr Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Galle, Direktor der Sternwarte.

Bromberg. Herr Prof. Heffter.

Charlottenburg. *Physikalisch-technische Reichsanstalt.

Chemnitz. *Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
*Königl. Sächsisches Meteorolog. Institut.

Danzig. *Naturforschende Gesellschaft.
*Vorsteheramt der Kaufmannschaft.

Darmstadt. *Verein für Erdkunde und verwandte Wissenschaften.

Diedenhofen. Herr Dr. Wildermann.

Dürkheim a. H. *Naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz „Pollichia".

Eberswalde. *Königliche Forst-Akademie.
*Herr Prof. Dr. Müttrich.
Hr. Dr. Danckelmann, Vorsteher d. Hauptstation des forstlichen Versuchswesens.

Elberfeld. Herr Dr. med. Simons, Vorsteher des Naturwissenschaftlichen Vereins.

Emden. *Naturforschende Gesellschaft.

Frankfurt a. M. *Physikalischer Verein.
Freies Deutsches Hochstift.

Frankfurt a. O. *Redaktion der „Societatum Litterae."

Friedrichshafen. Herr Tel.-Stat.-Verwalter Wilhelm.

Geestemünde. Herr Oberlehrer Dr. Eilker.

Görlitz. *Naturforschende Gesellschaft.

Göttingen. Königliche Sternwarte.
Königl. Universitäts-Bibliothek.
Herr Dr. Ernst Schering, Gauss'sches magnetisches Observatorium.

Gotha. Herr Professor Dr. Hermann Berghaus.
Herr Professor Dr. Becker, Direktor des Observatoriums.

Greifswald. *Geographische Gesellschaft.

Grünberg i. Schl. Herr Dr. Samter.

Halle a/S. *K. Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher.
Redaktion der Zeitschrift „Natur".

Hamburg. *Geographische Gesellschaft.
*Mathematische Gesellschaft.
*Patriotische Gesellschaft.

Hamburg. *Naturwissenschaftlicher Verein.
*Verein für Naturwissenschaftliche Unterhaltung.
*Naturhistorische Gesellschaft.
*Kaiserliche Ober-Postdirektion.
*Deutsche Polar-Kommission.
*Handelskammer.
*Kommerz-Bibliothek.
*Statistisches Bureau d. Steuer-Deputation.
Sternwarte.
Navigations-Schule.
Stadtbibliothek.
*Medizinal-Kollegium.
Hamburg-Amerikanische Packetfahrt-Aktien-Gesellschaft.
Süd-Amerikanische Dampfschifffahrts-Gesellschaft.
Bureau Veritas.
Deutsche Dampfschiffs-Rhederei.
Redaktion der Börsen-Halle.
„ „ Reform.
„ „ Hamburger Nachrichten.
„ des Hamburger Fremdenblattes.
Herr Bürgermeister Dr. Petersen.
Herr Senator O'Swald.
Herr Direktor Dr. Friedländer.
Herr George Rümker, Direktor d. Sternwarte.
Herr Obergeometer Stück, Direktor des Vermessungs-Bureaus.
Herr Kapitän Tetens, Wassershout.
Herr Direktor Dr. Bolau.
Herr Prof. Kiessling.
Herr Prof. Dr. Reichenbach.
Herren C. F. Steinhaus und A. Timm, Schiffsbaumeister.
Herr L. Friederichsen.
Herr Marine-Inspektor Möller.
Herr Wasserbau-Direktor Nehls.
Herr Ober-Ingenieur Meyer.

Hanau. *Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde.

Hannover. Naturhistorische Gesellschaft.
Herr Prof. Dr. H. Kayser.

Heidelberg. *Naturhistorisch-Medizinischer Verein.

Kassel. Herr Prof. Dr. Möhl.

Kaiserslautern. Rektorat der Königl. Kreis-Schule.

Karlsruhe. *Grossherzogl. Badisches Central-Bureau für Meteorologie und Hydrographie.
Herr Bau-Direktor Honsell.

Kiel. *Ministerial-Kommission zur Erforschung der Deutschen Meere.
*Naturwissenschaftl. Verein für Schleswig-Holstein.
Herr Kapitän z. S. z. D. Dittmer, Vermessungs-Dirigent der Ostsee.
Marine-Akademie und -Schule.
Königliche Sternwarte.
Herr Prof. Dr. Karsten.
*Deutscher Nautischer Verein.

Digitized by Google

Köln. Herr Dr. Klein (Kölnische Zeitung).
Herr Arno Garthe (Kölnische Volks-Ztg.)
Königsberg. Herr Prof. Dr. Luther.
Lichtenwalde. Herr Lokalist A. Richter.
Leipzig. Königliche Sternwarte.
*Verein für Erdkunde.
Lübeck. Herr Senator Fehling.
Lüneburg. *Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstenthum Lüneburg.
Magdeburg. *Wetterwarte der Magdeburgischen Ztg.
Mannheim. *Verein für Naturkunde.
Meiningen. Herr Richard Hermann.
Metz. *Verein für Erdkunde.
München. *Meteorologische Zentral-Station.
*Sternwarte in Bogenhausen.
*Geographische Gesellschaft.
Akademie der Wissenschaften.
Herr Direktor Dr. Lang.
Herr Prof. Dr. Ebermayer.
Herr Dr. Vogel, Lehrer an den Militär-Bildungsanstalten.
Münster. Herr Professor Dr. König, Agrikulturchemische Versuchs-Station.
Passau. Herr Prof. Dr. Recknagel.
Posen. Herr Prof. Magener.
Potsdam. *Königliches Astro-physikalisches Observatorium.
Rostock. Herr Prof. Heinrich, Landwirthschaftliche Versuchs-Station.
Segeberg. Herr Oberlehrer Dr. Buttel.
Schwerin. *Grossherzoglich Mecklenburgisches Statistisches Bureau.
Stettin. *Redaktion der Deutschen Fischerei-Ztg.
Herr Lootsen-Kommandeur Barandon.
Herr Oberlehrer Dr. Krankenhagen.
Spandau. *Königl. Gewehr-Prüfungs-Kommission.
Strassburg. Kaiserliche Universitäts-Sternwarte.
Kaiserliche Universitäts-Bibliothek.
*Statistisches Bureau f. Elsass-Lothringen.
*Meteorologisches Bureau der Reichslande.
*Gesellschaft zur Beförderung der Wissenschaften im Unter-Elsass.
Stuttgart. Königl. Württembergisches Statistisches Landes-Amt.
*Meteorologische Zentral-Station.
*Herr Prof. Dr. v. Zech.
Trier. Herr Dr. Piro.
Weissenburg a. S. Königl. Rektorat der Realschule.
Werningshausen. Herr Pfarrer Franz Beck.
Wesel. Herr Oberstabsarzt Dr. Ax.
Wiesbaden. Herr August Römer, Konservator des Naturhistorischen Museums.
Herr Contre-Admiral Werner.
Wilhelmshaven. Kaiserliches Observatorium.
Herr Prof. Dr. C. Börgen.
Herr Korvetten-Kapitän z. D. Darmer, Vermessungs-Dirigent der Nordsee.

2. Belgien.

Antwerpen. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
Brüssel. *Observatoire Royal.
*Redaktion der Zeitschrift „Ciel et Terre".

3. Dänemark.

Kopenhagen. *Meteorologisches Institut.
Herr Direktor A. Paulsen.
Herr Kapitän zur See v. Wandel.
Herr Kapitän Rung.

4. Frankreich.

Bordeaux. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
Draguignan (Var). Herr Hébert, Inspecteur de l'Académie.
Havre. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
Paris. *Bureau Central Météorologique de France.
Marine-Ministerium.
Observatoire de Montsouris.
*Société Météorologique de France.
Herr Prof. Mascart.
Herr E. Fron.
Marseille. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
Nizza. Herr Dr. A. Niepce, Secrétaire de la Société de Médecine et de Climatologie.
*Redaktion des „Nice Médical".

5. Grossbritannien und Irland.

Cardiff. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
Edinburg. *Scottish Meteorological Society.
Herr A. Buchan.
Glasgow. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
Greenwich. *Royal Observatory.
Helgoland. Government.
Kew. *Observatory.
Herr G. M. Wipple, Superintendent.
Liverpool. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
London. *Meteorological Society.
*Meteorological Office.
*Hydrographic Office of the Admiralty.
Redaktion der Zeitschrift „Nature".
*India Office.
Herr Rev. Clement Ley, M. A., F. R. S.
Herr G. J. Symons.
Herr R. H. Scott, P. M. S., F. R. S.
Kaiserlich Deutsches General-Konsulat.
Newcastle o./T. Kaiserlich Deutsches Konsulat.

6. Italien.

Florenz. Herr Prof. Pittei, Direktor des Regio Osservatorio del Museo.
*Ufficio Centrale Meteorologico del Ministerio della Marina.
Regio Osservatorio del Museo.

Digitized by Google

Mailand. *Osservatorio di Brera.
*Herr Prof. Mich. Rayna.
*Herr Prof. Giov. Schiaparelli.

Moncalieri. *Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto.
*Herr Pat. Francesco Denza, Direktor des Observatoriums.

Neapel. *Zoologische Station. (Hr. Prof. Dr. Dohrn.)
Herr Prof. Dr. Brioschi, Astronomisches Observatorium.

Pesaro. Herr L. Guidi, Direktor des Meteorologischen Observatoriums.

Rom. *Società Geografica Italiana.
*Ufficio Centrale di Meteorologia.
Ministerium des öffentlichen Unterrichts.
Herr Prof. Cantoni.
*Società Meteorologica Italiana.

7. *Niederlande.*

Amsterdam. *Herr van Hasselt, Vorsteher der Filial-Abtheilung des K. Niederländischen Meteorologischen Instituts.

Delft. *École polytechnique.

Leiden. *Herr Dr. P. J. Kaiser, Sternwarte.

Rotterdam. Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Utrecht. *Königl. Niederländisches Meteorologisches Institut.
*Herr Prof. Dr. Buys-Ballot, Hauptdirektor des Meteorologischen Instituts.

8. *Norwegen.*

Christiania. *Meteorologisches Institut.
Königlich Norwegische Universität.
*Herr Prof. Dr. H. Mohn.
*Herr K. Hesselberg.

9. *Oesterreich-Ungarn.*

Bistritz. *Gewerbe-Schule.

Budapest. *Königlich Ungarische Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.
*Meteorologisches Institut.
*Herr Dr. Guido Schenzl.

Fiume. *Accademia di Marina.

Klagenfurt. Herr Bergrath G. Seeland, Meteorologische Station.
Naturhistorisches Landes-Museum von Kärnthen.

Krakau. *Herr Prof. Dr. Karlinski, Direktor der Sternwarte.

Lussinpiccolo. *Herr Eugen Gelcich, Professor an der nautischen Schule.

Nedanócz. *Herr Baron Gregor Friesenhof, Vorstand des Meteorologischen Observatoriums des Neutrathaler Landwirthschaftl. Vereins.

Pola. *Hydrographisches Amt der K. K. Kriegs-Marine.
Redaktion der „Mittheilungen auf dem Gebiete des Seewesens."

Prag. *Kaiserlich-Königliche Sternwarte.
*Herr Dr. F. J. Studnicka.
Herr Prof. Dr. K. W. Zenger.
*Herr Prof. Dr. L. Weinek.

Triest. *Accademia di Commercio e Nautica.

Wien. *Kaiserlich-Königliche Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.
*Oesterreichische Gesellschaft für Meteorologie.
Bureau für Wetter-Telegraphie.
*K. K. Geographische Gesellschaft.
*Herr Prof. Dr. J. Hann, Direktor.
Herr Dr. Kostlivy, Adjunkt.
*K. K. Naturhistorisches Hof-Museum.

10. *Portugal.*

Lissabon. *Observatorio do Infante D. Luiz.

11. *Rumänien.*

Bukarest. *Institut météorologique de Roumanie.

12. *Russisches Reich.*

Dorpat. *Physikalisches Kabinet.

Helsingfors. *Herr Prof. Dr. v. Nordenskjöld, Direktor des Observatoriums.
*Société des Sciences de Finlande.

Nicolajeff. Herr Kapt.-Lieut. Baron v. Maydell.

Pawlowsk. *Magnetisch-Meteorolog. Observatorium.

Riga. Nautischer Verein.
Naturforscher-Verein.

St. Petersburg. *Physikal. Zentral-Observatorium.
Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.
*Kaiserlich Russische Geographische Gesellschaft.
*Hydrographisches Departement.
*Herr Professor Dr. H. Wild.
*Herr Professor Dr. A. Woeikof.

Tiflis. *Herr Dr. J. Mielberg, Direktor des Physikalischen Observatoriums.

13. *Schweden.*

Stockholm. *Meteorologische Zentral-Anstalt.
*Königliche Akademie der Wissenschaften.
*Herr Professor Rubenson.
*Herr H. E. Hamberg.

Upsala. *Observatoire Météorologique.
*Herr Professor Dr. H. Hildebrand-Hildebrandsson.
Herr R. Hult.
Herr Dr. Fineman.

14. *Schweiz.*

Basel. *Naturforschende Gesellschaft.

Bern. *Herr Prof. Dr. A. Forster, Direktor des Tellurischen Observatoriums.

Genf. Observatorium.
Redakt. d. „Journal suisse d'Horlogerie".

Digitized by Google

Neufchâtel. Herr Dr. Ad. Hirsch, Direktor des Observatoriums.

Zürich. *Schweizerische Meteorologische Zentral-Anstalt.

15. Spanien.

Madrid. *Observatorium.

San Fernando. *Observatorio de Marina.

16. Amerika.

Córdoba. *Academia Nacional de Ciencias.
*Herr Prof. Dr. Oscar Döring.

Habana. *Herr Benito Viñes, Direktor des „Observatorio del Real Colegio de Bèlen".

Iowa City. *Herr Dr. Gustav Hinrichs, Direktor des „Iowa Weather Service".

Mexico. *Herr Prof. Mariano Barcena, Direktor des Meteorolog. Zentral-Observatoriums.

Montevideo. Kaiserlich Deutsches Konsulat.

New-Haven. *Connecticut Academy of Arts and Sciences.

New-York. *Kaiserlich Deutsches General-Konsulat.
Meteorological Society.

San Francisco. Office of the James Lick Trust.
Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Santiago. *Deutscher Wissenschaftlicher Verein.

St. Louis. Weather Service.

St. Thomas. Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Toronto. *Meteorological and Magnetical Observatory.
*Meteorological Office.

Valparaiso. Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Washington. *Signal Office, War Department.
*U. S. Naval Observatory.
*Hydrografic Office.
*Smithsonian Institution.
Herr Prof. Cleveland Abbe.
*Herr Carlile P. Patterson, Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey Office.
Herr A. Schott.
*Herr J. W. Powell, Director of the United States Geological Survey.

17. Afrika.

Algier. *Service Météorologique à l'École des Sciences d'Alger.

Cairo. *Herr Albert Ismalun, Direktor des Chemischen Laboratoriums.

Mauritius. *Herr Ch. Meldrum, Royal Alfred Observatory.
Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Tanger. Kaiserl. Minister-Resident des Deutschen Reiches.

18. Asien.

Bombay. Herr Fr. Chambers, Meteorol. Reporter to the Government.
*Meteorological Office.

Calcutta. *Meteorological Reporter to the Government of India.
Meteorological Office.

Batavia. *Direktor des Magnetischen und Meteorologischen Observatoriums.

Hongkong. Observatorium.
Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Manila. Observatorio Meteorològico.

Shanghai. Kaiserlich Deutsches Konsulat.
*Observatoire de Zi-Ka-Wei.

Singapore. Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Tokio. *Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.
*Japanesisches Marine-Departement.
*Kaiserl. Meteorologisches Observatorium.

19. Australien.

Adelaide. *Observatory.

Auckland. Herr B. Dickson, B. A., Meteorological Observatory.

Hobart, Tasmania. *Office of the Government Statistican.
Herr E. Nowell.

Melbourne. *Observatory.
Kaiserlich Deutsches Konsulat.

Perth. *Herr Malcolm A. C. Fraser, Direktor des Observatoriums.

Sidney. Herr H. C. Russel, Direktor des Observatoriums.

Wellington. Herr Dr. A. James Hector, Director des Meteorological Department.

Die Direktion der Seewarte.

Dr. *G. Neumayer.*

Digitized by Google

Anhang zum Jahres-Bericht der Deutschen Seewarte pro 1887.

Verzeichniss

der Geschenke an Büchern, Zeitschriften und Karten, welche die Deutsche Seewarte für ihre Bibliothek in dem Zeitraume vom 1. Januar bis 31. Dezember 1887 erhalten hat.

A. Bücher.

	Name des Gebers:
Academia Nacional, Córdoba. Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. Tomo VI n. VII. Buenos-Ayres. 8°.	Academia Nacional, Córdoba.
—— Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. Tomo VIII. Buenos-Ayres 1885. 8°.	do.
Académie Nationale des Sciences, Córdoba. Expedition al Rio Negro (Patagonia): Entrega II Botánica, Entrega III Geologica. Buenos-Ayres 1881. 4°.	Académie Nationale des Sciences, Córdoba.
Académie Royale des Sciences de Suéde, Stockholm. Observations météorologiques Suédoises. Vol. 23, 1881. Stockholm 1886.	Académie Royale d. Sciences de Suéde, Stockholm.
Alter französischer Atlas aus dem Anfange des 18ten Jahrhunderts. (Ohne Titelblatt). Fol.	Frau Wwe. *Filby*, Hamburg.
Amtlich. Liste des bâtiments de la Marine Française (guerre et commerce) et de leurs signaux distinctifs dans le code international de signaux. Paris 1887.	Kaiserliche Admiralität, Berlin.
—— Benutzungs-Ordnung für die Königl. Bibliothek zu Berlin. Berlin 1887. 8°.	do.
—— The british code list for 1887. London. 8°.	do.
—— Die Reise S. M. Kanonenboot „Albatross“ im Rothen Meere, in den Ostindischen und Chinesischen Gewässern in den Jahren 1884 und 1885. Pola 1885. 8°.	Hydrographisches Amt der K. K. Marine, Pola.
—— Die Reise S. M. Korvette „Helgoland“ an der Westküste Afrikas in den Jahren 1884 und 1885. Pola 1885. 8°.	do.
—— Die Reise S. M. Korvette „Frundsberg“ im Rothen Meere und an der Ostküste Afrikas in den Jahren 1884 und 1885. Pola 1885.	do.
—— Die Reise S. M. Korvette „Aurora“ nach Brasilien und den La Plata-Staaten in den Jahren 1884 und 1885. Pola 1885. 8°.	do.
—— Geschäfts-Anweisung für die Bekleidungsämter der Marine. Berlin 1887. 8°.	Kaiserliche Admiralität, Berlin.
—— Geschäfts-Anweisung für die Kaiserlichen Marine-Verpflegungsämter. Berlin 1887. 8°.	do.
—— Elenco dei bastimenti da guerra e mercantili della monarchia Austrio-Ungarica. Dicembre 1886. 2 Exemplare. Triest 1887. 8°.	do.
—— Lista official de los Buques de Guerra y Mercantes de la Marina Española de 1887. Madrid 1887. 8°.	do.
—— Lista dos Navios de Guerra e Mercantes da Marinha Portugueza de 1887. Lisboa 1887. 8°.	do.
—— Lista delle navi Italiane da guerra e mercantili. Edizione 1887. Firenze-Roma 1887. 8°.	do.
—— Militär-Eisenbahn-Ordnung. I. Theil. Berlin 1887. 8°.	do.
—— Dienstvorschriften über Marschgebührnisse bei Einberufungen zum Dienst, sowie bei Entlassungen. Ausgabe für die Kaiserl. Marine. Berlin 1887. 8°.	do.
—— Katalog der Hauptbibliothek der Kaiserlichen Admiralität. Berlin 1887. geb. 8°.	do.
—— Code list of Russian ships (Imperial and Commercial navy). St. Petersburg 1886. 8°.	do.
—— Landkassen-Reglement der Marine. Berlin 1887. 8°.	do.
—— Lijst van de Nederlandsche Oorlogs- en Koopvaardijschepen tot 1. April 1887. Rotterdam 1887. 8°.	do.

Digitized by Google

Assmann, Dr. *R.* Jahrbuch der Meteorologischen Beobachtungen der Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung. Jahrg. III, 1884. Magdeburg 1886. 4°.	Herr Verfasser.
Atkinson, James. Epitome of the art of navigation. Dublin 1742. 8°.	Hr. Navigationslehrer *Skalweit,* Barth.
Auwers, A. Die Venus-Durchgänge 1874 und 1882, Bericht über die Deutschen Beobachtungen. Vierter Band. Berlin 1887.	Herr Verfasser.
Bebber, Dr. *J. van.* Die Ergebnisse der Wetterprognosen im Jahre 1886. Beiheft zum Monatsbericht der Deutschen Seewarte. Hamburg 1887. 8°.	Direktion der Seewarte.
Beobachtungen der Russischen Polar-Station auf Nowaja-Semlja. II. Theil, 1886. 4°.	Deutsche Polar-Kommission, Hamburg.
Beobachtungen über die Bewegungen der oberen Wolkenschichten auf dem Flagstaff Observatorium zu Melbourne vom 1. März 1859 bis 28. Februar 1863. Handschriftlich. Fol.	Herr Prof. Dr. *Neumayer,* Hamburg.
Bericht der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Petersburg über die zweite und dritte Zuerkennung der von dem Kammerherrn *Paul v. Demidow* gestifteten Preise im Jahre 1832 und 1833. Petersburg 1833/34. 8°.	Familie *Köppen.*
Bericht über die Verhandlungen des Internationalen Meteorologischen Comités. Versammlung in Paris vom 1. bis 7. September 1885. Hamburg 1887. 2 Exemplare. 8°.	Direktion der Seewarte.
Blanford, Henry F. Report on the administration of the meteorological Department of the Government of India in 1885—86.	Government of India, Calcutta.
—— Report on the meteorology of India in 1884. Tenth year. Calcutta 1886. Fol.	do.
—— Indian meteorological memoirs. Vol. II. Calcutta 1882—85. geb. 4°.	do.
Borne, Max von dem. Das Wasser für Fischerei und Viehzucht. Neudamm 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Brault, M. Léon. Étude sur la météorologie des vents dans l'Atlantique Nord. I et II partie. Paris 1881. Fol.	Herr Verfasser.
Buletinul Ministerului Agriculturei, Industriei, Comerciului St. Domeniilor. Anul I, 1885. Bucuresci 1885. 8°.	Institutul al Romaniei Bucuresci.
Bureau Central Météorologique de France. Paris. Bulletin international 1886. Paris. 4°.	Bureau Central Météorologique de France, Paris.
—— Rapport du Comité Météorologique International. Réunion de Paris 1885. Paris 1887. 8°.	do.
—— Annales du Bureau Central Météorologique de France, publiées par *E. Mascart.* Année 1883 II, 1884 I, III, IV. Paris 1886. 4°.	do.
Bureau Veritas. Paris. General-Register der Handelsmarine aller Länder. Erster Theil: „Segelschiffe". Jahrg. 1882—1887. 5 Bände. 8°.	Herr *v. Bippen,* Hamburg.
—— General-Register der Handelsmarine aller Länder. Zweiter Theil: „Dampfschiffe". Jahrg. 1882—1887. 5 Bände. lg. 8°.	do.
—— Klassifikations-Register. Jahrg. 1883—1887. 5 Bände. 8°.	do.
Central-Bureau für Meteorologie und Hydrographie, Karlsruhe. Jahres-Bericht des Central-Bureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden für das Jahr 1885. Karlsruhe 1886. 2 Exemplare. 4°.	Central-Bureau für Meteorol. u. Hydrographie, Karlsruhe.
—— Jahres-Bericht des Central-Bureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden nebst den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen für das Jahr 1886. Karlsruhe 1887. 4°.	do.
—— Ergebnisse der an den meteorologischen Stationen des Grossherz. Baden im Jahre 1884 angestellten Beobachtungen [o. O. u. J.] 4°.	do.
Chief Signal Office, Washington. Monthly weather review for 1883/1884. Washington. 4°.	Chief Signal Office, Washington.
—— Monthly weather review for 1885/86. Washington. 4°.	do.
—— Monthly weather review for 1886. Vol. XIV. Washington 1886. 4°.	do.
—— Annual Report of the Chief Signal Officer to the Secretary of War for 1881. Washington 1881.	do.
—— Annual Report of the Chief Signal Officer of the Army to the Secretary of War, for the year 1885. Part. I u. II. Washington 1885. 8°.	do.

Digitized by Google

Chief Signal Office, Washington. Summary and review of international meteorological observations for July—Decbr. 1884 and for 1885. 2 Expl. Washington. 4°.	Chief Signal Office, Washington.
Commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae. Tomus I u. II. Petropoli.	Familie *Köppen.*
Copeland, Dr. *Ralph,* und *Börgen,* Dr. *Carl.* Mittlere Oerter der in den Zonen —0° und —1° der Bonner Durchmusterung enthaltenen Sterne bis zur 9 u. 10 Grösse, beobachtet und auf 1875.0 reduzirt. Göttingen 1869. 4°.	Direktion der Sternwarte zu Göttingen.
Correspondance entre le Gouvernement de Venezuela et le Gouvernement de S. M. B. sur la question de limites, en droit, additionel de 30, de traité de commerce et de réclamations pécuniaires. Divisée en trois parties. Caracas 1887. 4°.	Gerr Konsul *Guzmann,* Hamburg.
Danske meteorologiske Institut. Kopenhagen. Bulletin météorologique du Nord. Année 1885. Copenhague. lg. 4°.	Danske meteorologiske Institut, Kopenhagen.
—— Bulletin météorologique du Nord. Année 1886. 2 Expl. Copenhague. lg. 4°.	do.
—— Maanedsoversigt over Vejrforholdene. Aarg. 1883—1885. Kjøbenhavn. Fol.	do.
—— Meteorologisk Aarbog for 1884. Kjøbenhavn 1885. Fol.	do.
Davis, William Morris. Thunder storms in New-England in the summer of 1885. Cambridge 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Dechevrens, P. Marc. L'inclinaison des vents sur l'horizon. Zi-Ka-Wei 1887. 4°.	Observatoire de Zi-Ka-Wei.
—— Les typhons de 1882. Part. I u. II. Zi-Ka-Wei 1884. 4°.	do.
—— Mouvements des couches élevées de l'atmosphère à Zi-Ka-Wei 1885.	do.
—— L'inclinaison des vents, un anémomètre pour observer cette inclinaison avec un appendice sur les courants verticaux dans les cyclones. Zi-Ka-Wei 1886. 4°.	do.
—— The Typhoons of the Chinese Seas in the year 1885. Zi-Ka-Wei 1885. 4°.	do.
Denza, F. Meteorologia sulla inversione della temperatura nel gennajo 1887. (Estratto dei Rendiconti del R. Instituto Lombardo. Ser. II, Vol. XX. Fasc. V—VI). Milano 1887.	Herr Verfasser.
Deutscher Fischerei-Verein, Berlin. Zirkulare des Deutschen Fischerei-Vereins im Jahre 1884/1886. Berlin. 4°.	Der Verein.
Deutscher Nautischer Verein. Verhandlungen des 18ten Vereinstages. Berlin, 17. bis 19. März 1887. Kiel 1887.	Herr Kommerzien-Rath *Sartori,* Kiel.
Deutsche Seewarte, Hamburg. Tägliche synoptische Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und die anliegenden Theile der Kontinente. Herausgegeben von dem Dänischen Meteorologischen Institut und der Deutschen Seewarte. I. Quartal, Dezbr. 1883—Febr. 1884. Kopenhagen und Hamburg. Fol.	Direktion der Seewarte.
—— Tägliche synoptische Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und die anliegenden Theile der Kontinente. Herausgegeben von dem Dänischen Meteorologischen Institut und der Deutschen Seewarte. II. Quartal, März bis Mai 1884. Kopenhagen und Hamburg 1887. Fol.	do.
—— Tägliche synoptische Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und die anliegenden Theile der Kontinente. Herausgegeben von dem Dänischen Meteorologischen Institut und der Deutschen Seewarte. (III. Quartal, Juni — August 1884.).	do.
—— Tabellarischer Wetterbericht pro 1. Juli bis ult. Dezember 1886. Fol.	do.
—— Tabellarischer Wetterbericht pro 1887. Jahrgang XI. Hamburg. Fol.	do.
—— Meteorologische Beobachtungen in Deutschland von 25 Stationen 2. Ordnung für 1884. Jahrgang VII. Hamburg 1886. 4°.	do.
—— Meteorologische Beobachtungen in Deutschland von 25 Stationen 2. Ordnung für 1885. Jahrgang VIII. Hamburg 1887. 4°.	do.
—— Monatliche Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1885. Jahrgang X. Hamburg. 8°.	do.
—— Monatsbericht der Deutschen Seewarte für jeden Monat des Jahres 1886 nebst einer Einleitung. Jahrg. XI. Hamburg. 8°.	do.
—— Monats-Tabellen der Normal-Beobachtungs-Stationen der Seewarte für 1884. Handschriftlich. Fol.	do.
—— Monats-Tabellen der Normal-Beobachtungs-Stationen der Seewarte für 1885. Handschriftlich. Fol.	do.

Digitized by Google

Deutsche Seewarte, Hamburg. Stündliche Beobachtungen der Normal-Beobachtungs-Stationen der Seewarte für 1885, Barograph und Thermograph. Handschriftlich. Fol.	Direktion der Seewarte.
—— Desgleichen — Anemograph. Handschriftlich. Fol.	do.
—— Resultate meteorolog. Beobachtungen von Deutschen und Holländischen Schiffen für Eingradfelder des Nordatl. Ozeans. Quadrat 112. VII. Hamburg 1887. 4°.	do.
—— Der Pilote, ein Führer für Segelschiffe. Band III. Berlin 1883. gr. 8°.	do.
—— Der Pilote, ein Führer für Segelschiffe. Band IV. Berlin 1887. gr. 8°.	do.
—— Zeitungs-Ausschnitte enthaltend Wetterberichte und Wetterkarten der Deutschen Seewarte aus den Jahren 1876 bis 1878. 2 Bände. Fol.	do.
Doberck, W. Observations and researches made at the Hongkong Observatory in the year 1884/86. Hongkong. Fol.	Hongkong, Observatory Hongkong.
Doering, Oscar. Observaciones Meteorologicas practicadas en Córdoba durante el año 1884. Buenos-Ayres 1885. 8°.	Herr Verfasser.
—— Observaciones Meteorologicas practicadas en Córdoba durante el año de 1885. Buenos-Ayres 1886. 8°.	do.
—— Sobre la Conveniencia de fundem en la Republica Argentina un Observatorio magnetico con Asiento en la Ciudad de Córdoba. Buenos-Ayres 1886. 8°.	do.
Drechsler, Hofrath Dr. *Adolph.* Der Witterungs-Verlauf zu Dresden 1879—1885. Dresden 1887. Fol.	Kgl. Math.-physikalischer Salon zu Dresden.
Dreyfuss, Ludwig. Katalog zur wissenschaftlichen Ausstellung der 60sten Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden. Wiesbaden 1887. 8°.	Herr Prof. Dr. *Neumayer,* Hamburg.
Elektrotechnischer Anzeiger. III. Jahrgang, 1886. Berlin. 4°.	Redaktion.
Elkin, William. Determination of the relative positions of the principal stars in the group of the Plejades (Transactions of the Astronomical Observatory of Yule University). New-Haven, 1887.	Herr Verfasser.
Engelhardt, B. v. Observations astronomiques dans son observatoire à Dresde. Première partie. Dresde 1886. 4°.	Herr Verfasser.
Estados Unidos Mexicanos. Informes y documentos relativos á commercio interior y exterior, agricultura è industrias. Juli-September, Oktober-Dezember 1885. Mexico 1885. 8°.	Estados Unidos Mexicanos, Secretario de Fomento.
Exner, Prof. Dr. *K.* Ueber die Scintillation. Eine Monographie. Separatabdruck aus dem Repertorium der Physik. Bd. XXIII. 8°.	Herr Verfasser.
Fineman, C. G. Sur la trombe du 7. Juin 1882 dans la vallée de Säby. Upsal 1883. 4°.	Herr Verfasser.
Finska Vetenskaps Societeten, Helsingfors. Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk. Heft 39, 40 u. 41. Helsingfors 1884—86. 8°.	Finska Vetenskaps Societeten, Helsingfors.
—— Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk. Heft 44. Helsingfors 1887. 8°.	do.
—— Öfversigt of Finska Vetenskaps Societetens Förhandlingar. Band XXV bis XXVII. Helsingfors 1883—1885. 8°.	do.
Fränzl, Moritz. Statistische Uebersicht der Eisenbahnen, Kanäle und Dampfschifffahrten Europas und Amerikas. Wien 1838. 8°.	Familie *Köppen.*
Fritz, Hermann. Verzeichniss beobachteter Polarlichter. Wien 1873. gr. 8°.	Herr Prof. Dr. *Köppen,* Hamburg.
Führer durch die geographische Ausstellung zu Karlsruhe vom 12. bis 16. April 1887. Karlsruhe 1887. 8°.	Herr Prof. Dr. *Neumayer,* Hamburg.
Gelcich, E. Sesto Progamma dell' Scuola Nautica di Lussinpiccolo anno Scolastico 1886/87. Gorizia 1887. 8°.	Herr Prof. *Gelcich,* Lussinpiccolo.
Geographische Gesellschaft, Greifswald. II. Jahresbericht 1883—1886. Greifswald 1887. 8°.	Geographische Gesellschaft, Greifswald.
Geographische Gesellschaft, München. Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft in München für 1884/85. München 1886.	Geographische Gesellschaft, München.
—— Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft in München für 1886. München 1887. 8°.	do.

Digitized by Google

Geographische Gesellschaft, St. Petersburg. Nachrichten für das Jahr 1883—85 [in russischer Sprache]. St. Petersburg 1886.	Geographische Gesellschaft, St. Petersburg.
—— Rechenschaftsbericht für das Jahr 1882—85 [in russischer Sprache]. St. Petersburg. 8°.	do.
Gerstner, Franz Anton v. Berichte aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika über Eisenbahnen, Dampfschifffahrten, Banken und andere Unternehmungen. Leipzig 1839.	Familie *Köppen.*
Gesellschaft für Erdkunde, Berlin. Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Band XIII. 1886. Berlin 1886. 8°.	Gesellschaft für Erdkunde, Berlin.
—— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 21. Band. Berlin 1886. 8°.	do.
Gouvernement Général de l'Algérie. Observations météorologiques du réseau Africain. Année 1883. Paris 1886. 4°.	Gouvernement Général de l'Algérie.
—— Bulletin météorologique. Juli—Dezember 1883. 4°.	do.
Government of India, Calcutta. Meteorological observations, recorded at six stations in India in the years 1882, 1883 und 1884. Calcutta. Fol.	Government of India, Calcutta.
Government of India, Simla. Weather report 1885. July-Septbr. und Octbr.-Decbr. 1885. Simla. Fol.	Government of India, Simla.
Government Statistic an Tasmania, Hobart. Statistics of the Colony of Tasmania for the year 1885. Hobart 1886. Fol.	Government Statistican, Tasmania.
Government Office, Washington. Annual report of the light house board to the secretary of the treasury for the fiscal year ending June 30. 1886. Washington 1886. 8°.	Government Office, Washington.
Grad, M. Charles. La météorologie en Alsace-Lorraine. Paris 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Grossherzoglich Mecklenburg. Statistisches Bureau, Schwerin. Beiträge zur Statistik Mecklenburgs. Zehnter Band. 4. Heft. Schwerin 1887.	Grossherzogl. Stat. Bureau, Schwerin.
Grützmacher, A. W. Jahrbuch der Meteorologischen Beobachtungen der Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung. Jahrgang IV. 1885. Magdeburg 1887. 4°.	Herr Verfasser.
Handschriftliche Auszüge aus Briefen *Leichhardt's* an seinen Vater im Jahre 1836. 4°.	Herr Prof. Dr. *Neumayer,* Hamburg.
Hann, Prof. Dr. *J.* Psychrometertafeln für das hunderttheilige Thermometer nach Dr. *H. Wild's* Tafeln. Dritte Auflage. Wien 1887. 4°.	Herr Verfasser.
—— Bericht über die Fortschritte der geographischen Meteorologie [o. O. u. J.] 8°.	do.
Harlacher, A. R. Hydrographische Karte des Königreichs Böhmen im Maassstab 1 : 500000 mit Angabe der Wasserscheiden und Flussgebiete nebst Flussgebiets-Tabelle. Prag 1878. Fol.	Hydrograph. Kommission des Königreichs Böhmen.
—— Bericht über die bis Ende 1879 ausgeführten Hydrometrischen Arbeiten nebst den Wasserstands-Beobachtungen in den Jahren 1875 und 1876. Prag 1880. 4°.	do.
—— Die Hydrometrischen Arbeiten in der Elbe bei Tetschen. Prag 1883. 4°.	do.
—— Die Hydrometrischen Beobachtungen in den Jahren 1877 bis 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885. Prag. 7 Bände. 4°.	do.
Hauser, Kapitän *Paul,* Buccari bei Fiume. Die Aequator-Durchgänge des Mondes. Eine Untersuchungsprobe des Mond-Einflusses auf die Witterung. Buccari bei Fiume 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Hepites, St. C. Serviciulu Meteorologicu in Europa. Bucuresci 1884. 4°.	Institutul Meteorologiecal Romaniei.
Hildebrand-Hildebrandsson, H., Dr. Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'université d'Upsal. Vol. XVIII. Année 1886. Upsal 1886/87. 4°.	Herr Verfasser.
Hirsch, A. Verhandlungen der vom 27. Oktober bis 1. November 1886 in Berlin abgehaltenen achten Allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung und deren permanenten Kommisson. Neuchâtel-Berlin 1887. 4°.	Herr Verfasser.
Hoh, Prof. Klimatographische Arbeiten zu Bamberg in 30 Jahren vom 1. Januar 1857—1887 (o. O. J.) 8°.	Herr Verfasser.
Hydrographisches Amt der Admiralität Berlin. Ablesungen der stündlichen Wasserstände an den Mareographen zu Arkona, Kiel, Marienleuchte und Helgoland für das Jahr 1886. Fol.	Kaiserliche Admiralität, Berlin.

Digitized by Google

Hydrographisches Amt der Admiralität, Berlin. Segelhandbuch für die Nordsee. I. und II. Heft. Berlin 1883/85. 8°.	Kaiserliche Admiralität, Berlin.
—— Segelhandbuch für die Nordsee. Deutsche Bucht der Nordsee. Dänische Küste von Hanstholm bis Ribe. Holländische Küste von der Ems bis Terschelling. Theil I, Heft 3. Berlin 1886. 2 Expl. 8°.	do.
—— Gezeiten-Tafeln für das Jahr 1887/1888. Berlin 1886/87. Je 2 Expl. kl. 8°.	do.
—— Verzeichniss der Leuchtfeuer und Nebelsignal-Stationen aller Meere. Heft I: Ostsee, Belte, Sund, Kattegat und Skagerak. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft II: Nordsee, Nördliches und Südliches Eismeer. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft III: Englischer Kanal, Westküste von England und Schottland, die Küsten von Irland. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft IV: Mittelmeer, Schwarzes und Asowsches Meer. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft V: Nördlicher Atlantischer Ozean. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft VI: Westindien und Südlicher Atlantischer Ozean. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft VII: Indischer Ozean und Ostindischer Archipel. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Desgl. Heft VIII: Nördlicher und Südlicher Stiller Ozean. Berlin 1887. 2 Expl. 8°.	do.
—— Handbuch der Nautischen Instrumente. Berlin 1882. gr. 8°.	do.
Hydrographisches Amt der K. K. Kriegsmarine, Pola. Meteorologische und magnetische Beobachtungen am Hydrographischen Amte der K. K. Kriegsmarine zu Pola. Jahrgang 1875, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 2 Expl. 1884, 2 Expl. 1885. lg. 4°.	Hydrographisches Amt der K. K. Kriegsmarine, Pola.
Imperial University, Tokio. Journal of the college of science. Imperial University Japan. Vol. I, part. I.	Imperial University, Tokio.
Kammermann, A. Résumé météorologique de l'année 1885 pour Genève et le grand Saint-Bernard. Genève 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, St. Petersburg. Kurz gefasste politische Geographie zur Erläuterung eines kleinen in russischer Sprache publizirten Atlantis. Petersburg 1745.	Familie *Köppen*.
Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, Wien. Die internationale Polarforschung 1882/83. Die österreich. Polarforschung auf Jan Mayen. Beobachtungs-Ergebnisse. II. Band, 2. Abth. [o. O. u. J.] 4°.	Deutsche Polar-Kommission, Hamburg.
K. K. Zentral-Anstalt für Meteorologie, Wien. Telegraphischer Wetterbericht und Wetterkarte für 1886. Wien. gr. 4°.	K. K. Zentral-Anstalt für Meteorologie, Wien.
—— Jahrbücher der K. K. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Band XXI und XXII. Wien. gr. 4°.	do.
—— Beobachtungen an der K. K. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus zu Wien 1882—85. Wien. 8°.	do.
K. K. Geographische Gesellschaft in Wien. Mittheilungen der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien 1886. Band XXIX (der neuen Folge XIX). Wien 1886. 8°.	K. K. Geographische Gesellschaft in Wien.
K. K. Marine-Akademie zu Fiume. Meteorologische Beobachtungen an der K. K Marine-Akademie zu Fiume 1882, 1883, 1885. 8°.	K. K. Marine-Akademie zu Fiume.
K. K. Natur-historisches Hof-Museum in Wien. Annalen des K. K. Natur-historischen Hof-Museums. Redigirt von Dr. *Franz Ritter v. Hauer*. 1. Band 1886. Wien 1886. 8°.	K. K. Naturhistorisches Hof-Museum, Wien.
K. K. Nautische Akademie, Triest. Astronomisch-Nautische Ephemeriden für das Jahr 1888 und 1889. Deutsche Ausgabe. Jahrgang I u. II. Triest. 8°.	K. K. Nautische Akademie, Triest.
K. K. Sternwarte zu Krakau. Resultate der an der K. K. Sternwarte zu Krakau angestellten meteorologischen Beobachtungen 1882—84. Krakau. 8°.	K. K. Sternwarte zu Krakau.
Kaiserlich Statistisches Amt, Berlin. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. 8. Jahrgang 1887. Berlin 1887. 8°.	Kaiserl. Statistisches Amt, Berlin.

Digitized by Google

Kaiserlich Statistisches Amt, Berlin. Der Verkehr auf den deutschen Wasserstrassen im Jahre 1882—85. Berlin. 4°.	Kaiserl. Statistisches Amt, Berlin.
—— Monatshefte zur Statistik des Deutschen Reichs. Jahrg. 1885 und 1886. Berlin. 4°.	do.
—— Statistik der Seeschifffahrt für das Jahr 1885 bezw. 1. Januar 1886. Berlin 1886. Berlin. 4°.	do.
—— Statistik der Seeschifffahrt für das Jahr 1885. Berlin 1886. 4°.	do.
Kirchhoff, Prof. Dr. *A.* Bericht der Zentral-Kommission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland. Berlin 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Klinkerfues, Dr. Prof. *W.* Ueber die Kometen-Erscheinung von 371 v. Chr., 1668, 1843 I und 1880 I. Göttingen 1880. 8°.	Direktion der Sternwarte zu Göttingen.
Kochs, Dr. *W.* Ein neuer Thermograph. Separat-Abdruck aus den Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. Bonn, Januar 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Koeppen, P. v. Die Heuschrecken in der Krym im Jahre 1858. Moskau 1858. 8°.	Familie *Köppen.*
—— Finnland in ethnographischer Beziehung. St. Petersburg 1847. 4°.	do.
Kohlrausch, F. Ueber die Korrektionen bei einer Winkelmessung mit Spiegel und Skala. 1887.	Herr Verfasser.
Königlich Bayerische Meteorologische Zentral-Station, München. Wetterbericht pro 1. Januar bis ult. Dezember 1886. München. Fol.	Kgl. Bayer. Meteorologische Zentral-Station, München.
—— Beobachtungen der Meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Achter Jahrgang, 1886. München. 4°.	do.
Königliche Forst-Akademie Eberswalde. Jahresbericht über die Beobachtungs-Ergebnisse der von den forstlichen Versuchsanstalten eingerichteten forstlich-meteorologischen Stationen. Zwölfter Jahrgang. Das Jahr 1886. Berlin 1887. 8°.	Königliche Forst-Akademie, Eberswalde.
Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut, Utrecht. Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1878. Zeven en Twintigste Jaargang. Tweede Deel. Utrecht 1886.	Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut, Utrecht.
—— Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1886. 38. Jaargang. Utrecht 1887. lg. 4°.	do.
—— Maandelijksche Windkaarten van den Zuid-Atlantischen Ozean, 4e serie. Utrecht 1884. Fol.	do.
Königliches Polytechnikum Stuttgart. Jahresbericht des Königlichen Polytechnikums zu Stuttgart für das Jahr 1885/86. Stuttgart 1886. 8°.	Königliches Polytechnikum, Stuttgart.
Königlich Preussisches Geodätisches Institut, Berlin. Astronomisch-Geodätische Arbeiten I. Ordnung. Telegraphische Längenbestimmungen in den Jahren 1885 und 1886. Berlin 1887. 4°.	Kgl. Preuss. Geodätisches Institut, Berlin.
—— Jahresbericht des Direktors des Königl. Preuss. Geodätischen Instituts für die Zeit von April 1886 bis April 1887. Berlin 1887. 8°.	do.
Königlich Preussisches Statistisches Bureau, Berlin. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1883. Berlin 1884. 2 Expl. 4°.	Königl. Preuss. Statistisches Bureau, Berlin.
—— Zeitschrift des Königl. Preuss. Statistischen Bureaus, 24. und 25. Jahrgang 1884/85. Berlin. 4°.	do.
Königl. Preuss. Meteorologisches Institut, Berlin. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885. Berlin 1887. 4°.	Königl. Preuss. Meteorolog. Institut, Berlin.
—— Instruktion für die Gewitterbeobachter des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts. Berlin 1886. 8°.	do.
Königlich Sächsisches Meteorologisches Institut, Chemnitz. Wetterbericht für 1885. Chemnitz. lg. 4°.	Königl. Sächs. Meteorolog. Institut, Chemnitz.
—— Jahrbuch des Königl. Sächs. Meteorolog. Instituts 1885. Dritter Jahrgang. Chemnitz 1886.	do.
Königl. Sternwarte zu Göttingen. Veröffentlichungen von der Königlichen Sternwarte zu Göttingen [Sammelband]. Göttingen 1878. 8°.	Königliche Sternwarte zu Göttingen.
Königlich Ungarische Central-Anstal für Meteorologie zu Budapest. Jahrbücher der Königlich Ungar. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. XX. Band, 1885. Budapest 1886. 4°.	Kgl. Ung. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Budapest.

Digitized by Google

Königl. Ungarische Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus zu Budapest. Meteorologische und erdmagnetische Beobachtungen an der Königl. Ungar. Central-Anstalt zu Budapest 1882—85. 4°.	Kgl.Ung.Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Budapest.
Krümmel, Dr. *Otto.* Handbuch der Ozeanographie. Band II. Die Bewegungsformen des Meeres. Stuttgart 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Landwirthschaftlicher Zentral-Verein für Littauen und Masuren, Insterburg. Jahresbericht des Vereins für 1883—1885. Insterburg. 8°.	Der Verein.
Lassar, Dr. *Oscar.* Katalog zur wissenschaftlichen Versammlung der 59. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte. Berlin 1886.	Herr Prof. Dr. *Köppen.*
Lemström, Selim und *Biese, Ernest.* Exploration internationale des régions polaires 1882/83 et 1883/84. Expédition Polaire Finlandaise. Tome II. Magnétisme terrestre. Helsingfors 1887. 4°.	Herren Verfasser.
Leyst, E. Katalog der Meteorologischen Beobachtungen in Russland und Finland. Petersburg 1887. 4°.	Phys. Zentral-Observator., St. Petersburg.
Liznar, J. Ueber die 26tägige Periode der erdmagnetischen Elemente in hohen magnetischen Breiten. (Separatabdruck a. d. Sitzb. d. Akad. d. Wissensch., Wien, März 1887.) 8°.	Herr Verfasser.
Löffelholz von Colberg, Freiherr *Carl.* Die Drehung der Erdkruste in Geologischen Zeiträumen. München 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Loomis, Elias. Contributions to Meteorology. Revised edition. New-Haven 1885 und 1887. 4°.	Herr Prof. Dr. *Neumayer,* Hamburg.
Lütke, Frédéric. Voyage autour du monde sur la corvette le Séniavine 1826—1829. Paris. Fol.	Familie *Köppen.*
Luvini, Prof. *Giovanni.* Perturbazione elettrica foriera del terremoto. Firenze 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Marangoni, Dott. *Carlo.* Due Memorie sui Crepuscoli Rossi. Firenze 1884/85. 8°.	Herr Verfasser.
—— L'ecclisse totale di Luna del 4—5 Ottobre 1884. Firenzi 1885. 8°.	do.
Margules, Dr., *Max.* Temperaturmittel aus den Jahren 1851 bis 1885 und Dreissigjährige Mittel, 1851—1885, für 120 Stationen in Ostschlesien, Galizien, Bukowina, Oberungarn und Siebenbürgen. Wien (o. J.) 4°.	Herr Verfasser.
Marine-Ministerium St. Petersburg. Meteorologische Beobachtungen auf Schiffen der Russischen Flotte. Petersburg 1887. 8°.	Marine-Ministerium, St. Petersburg.
Materyaly do Klimatografii Galicyi, Rok 1886. Krakò 1887. 8°.	Krakau.
Medizinal-Inspektorat, Hamburg. Bericht des Medizinal-Inspektorats über die medizinische Statistik des Hamburgischen Staates für das Jahr 1886.	Medizinal-Inspektorat, Hamburg.
Meteorologisches Bureau, Algier. Bulletin météorologique de l'Algérie. 1886 Januar-Juni. Algier. Fol.	Meteorologisches Bureau, Algier.
Meteorologische Zentral-Anstalt zu Stockholm. Manadsöfversigt af Väderleken i Sverige. Jahrg. 1882. Stockholm. Fol.	Meteorologische Zentral-Anstalt zu Stockholm.
—— Manadsöfversigt af Väderleken i Sverige 1883—85. Stockholm. Fol.	do.
—— Meteorologiska Jakttagelser i Sverige. Vol. 24, 1882. Stockholm 1887.	K. Akademie der Wissenschaften, Stockholm.
Meteorologische Zentral-Station, Stuttgart. Wetterkarten pro 1886. Stuttgart. 4°.	Meteorologische Zentral-Station, Stuttgart.
Meteorological Department of India, Simla. Report on the administration of the Meteorological Department of the Government of India in 1882/83, 1883/84 und 1884/85. Simla. 4°.	Meteorological Department of India, Simla.
Meteorological notes Janina 1866 bis 1870. Handschriftlich. lg. Fol.	Herr Prof. Dr. *Neumayer,* Hamburg.
Meteorological Office. London. Meteorological Observations at stations of the second order for the year 1882. London 1887. 4°.	Meteorological Office, London.
—— Daily weather report for 1. July—Dec. 1885. London. 4°.	do.
—— Daily weather reports for 1886. 2 Bände. London. Fol.	do.
—— Daily synchronous weather charts of the North Atlantic and the adjacent continents for every day from 1 August 1882 to 31 August 1883. London 1886.	do.

Digitized by Google

Meteorological Office, London. The quarterly weather report of the Meteorological Office for 1878. London 1887. 4°.	Meteorological Office, London.
—— Hourly readings for 1883, 1884. London 1887. 4°.	do.
—— The monthly weather report of the Meteorological Office for the year 1885. London 1886. 4°.	do.
—— The monthly weather report of the Meteorological Office for the year 1886. London 1887. 4°.	do.
—— The weekly weather report of the Meteorological Office for the year 1886. Vol III. London 1887. 4°.	do.
Meteorological Service Canada, Ottawa. Report of the Meteorological Service of Dominion of Canada for the year 1883. Ottawa 1885. 8°.	Meteorological Service Canada, Ottawa.
Meteorological Office, Toronto. Monthly weather review for 1882. Toronto 1883. 4°.	Meteorological Office, Toronto.
—— Monthly weather review for 1883—1886. Toronto. 4°.	do.
Mielberg, J. Meteorologische Beobachtungen des Tifliser Physikalischen Observatoriums im Jahre 1885. Tiflis 1886. 8°.	Physikalisches Observatorium, Tiflis.
—— Magnetische Beobachtungen des Tifliser Physikalischen Observatoriums in den Jahren 1884—1885. Tiflis 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Miess, Direktor *Michael.* XIII. Jahresbericht der Gewerbe-Schule zu Bistritz. Bistritz 1887.	Herr Verfasser.
Milberg, Hermann. Das Gesetz des Wasserlaufes. Hamburg 1875. 8°.	Herr *von Liechtenstein.*
—— Das wahre Sonnensystem. Bewegungen und Bahnen der Gestirne nach einer neuen Auffassung, wie dieselbe im Himmelsraume und zwar nicht in Ellypsen statt hat. München 1862. 8°.	do.
Ministerial-Kommission zur Untersuchung der Deutschen Meere, Kiel. Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen an den Deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die über Fischerei. Berlin 1886.	Ministerial-Kommission zur Untersuchung der Deutschen Meere, Kiel.
—— Fünfter Bericht der Kommission für die Jahre 1882 bis 1886. XII. bis XVI. Jahrgang. Berlin 1887. Fol.	do.
—— Fünfter Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel, für die Jahre 1882—1886. XII.—XVI. Jahrg. Berlin 1887. Fol.	Kaiserliche Admiralität.
Ministerio de Fomento de la Republica Mexico. Boletin de 1885. 2 Exemplare. Mexico. Fol.	Observatorio Meteorologico Central, Mexico.
Ministerium für Elsass-Lothringen. Jahresberichte über die Beobachtungs-Ergebnisse der forstlich-meteorologischen Stationen in Elsass-Lothringen. 1.—5. Jahrgang 1882—1886. Strassburg. 4°.	Ministerium für Elsass-Lothringen.
Mission scientifique du Cap Horn, 1882—1883. Tome III. Magnétisme terrestre. Paris 1886. 4°.	Deutsche Polar-Kommission, Hamburg.
Naturforschende Gesellschaft, Görlitz. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz. 19. Band. Görlitz 1887. 8°.	Naturforschende Gesellschaft, Görlitz.
Naturforschende Gesellschaft, Danzig. Schriften der Gesellschaft. Neue Folge. Sechster Band. Danzig 1884—87. Danzig 1887.	Naturforschende Gesellschaft, Danzig.
Naturforscher-Verein, Riga. *Werner, Ad.* Riga's Witterungs-Verhältnisse nebst einem Anhang: Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga. Riga 1887. 8°.	Naturforscher-Verein, Riga.
—— Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Band XXX. Riga 1887. 8°.	do.
Naturwissenschaftliche Gesellschaft, Chemnitz. Neunter Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Chemnitz 1883/84. Chemnitz. 8°.	Naturwissenschaftliche Gesellschaft, Chemnitz.
—— Zehnter Bericht der Gesellschaft, umfassend die Zeit vom 1. September 1884 bis 31. Dezember 1886. Chemnitz 1886.	do.
Neederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Amsterdam. Tidschrift van het Neederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Tweede Serie, Deel III. Afdeeling: Verslagen en Aardrijkskundige Mededeelingen. Amsterdam 1886. 8°.	Neederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Amsterdam.

Digitized by Google

Negretti & Zambra, London. Encyclopaedic illustrated and descriptive catalogue. London. 8°.	*Negretti & Zambra,* London.
Nordenskiold, N. K. Berättelse öfver Finska Vetenskaps-Societetens Meteorologiska Centralanstalts verksamhet under år 1886. Helsingfors 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Observations internationales polaires 1882/83. Expédition Danoise. Observations faites a Goodhaab. Tome II. Copenhague 1886.	DeutschePolar-Kommission.
Observations faites au Cap Thordsen (Spitzberg) par l'expédition Suédoise. Tome II. 1. Aurores Boréales, par Carlheim Gyllenskiöld. Stockholm 1886. 4°.	do.
Observatorio de Marina San Fernando. Almanaque nautico para el año 1887. Barcelona 1885. 8°.	Observatorio de Marina San Fernando.
—— Almanaque Nautico para el año 1888 et 1889. Madrid. gr. 8°.	do.
Observatoire de Zi-Ka-Wei. Bulletin mensuel de l'Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei. Année 1884/85. Zi-Ka-Wei. 4°.	Observatoire de Zi-Ka-Wei.
Observatoire, Genève. Rapport sur le concours pour le règlage des chronomètres, l'année 1885 et 1886. [o. O. u. J.] 8°.	Observatorium, Genf.
Observatoire Imperial de Rio de Janeiro. Annales de l'observatoire imperial de Rio de Janeiro. Tome 1 et 2. Rio. 4°.	Observatoire Imperial de Rio de Janeiro.
—— Annuario publicado pelo Imperial Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1885. Rio 1884. 8°.	do.
Observatorio Meteorologico de Mexico. Estudios de Meteorologia Comparada. Tomo I. Mexico 1885. 8°.	Observatorio Meteorologico de Mexico.
Observatoire Royal de Bruxelles. Bulletin météorologique 1886. Januar, Februar—Juni und Juli—Dezember. Bruxelles. Fol.	Observatoire Royal de Bruxelles.
Offergeld, Otto. Der Leuchtthurm-Bau in der Nordsee. Der sogenannte Rothersand-Leuchtthurm, konstruirt und erbaut von der Akt.-Ges. Hartkort in Duisburg. [o. O. u. J.] 8°.	Herr Verfasser.
Oficina Meteorologica Argentina, Cordoba. Anales de la Oficina Meteorologica Argentina. Tomo V. Buenos-Ayres 1887. 4°.	Oficina Meteorologica Argentina, Cordoba.
Pattenhausen, B. Zusammenstellung der Schriften über Landes-Vermessung sowie der Karten und Pläne des Herzogthums Braunschweig und des Harzes. [o. O. u. J.] 8°.	Herr Verfasser.
—— Die Entwicklung des Vermessungswesens und der offiziellen Kartographie in Braunschweig. Honnover 1887. 8°.	do.
Pernet, M. J. Comparaisons des mètres dans l'air à la température ambiante. Paris 1885. 4°.	do.
Pfeffer, Dr. *Georg.* Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftliche Unterhaltung zu Hamburg 1883—1885. VI. Band. Hamburg 1887. 8°.	Verein für naturwissensch. Unterhaltung, Hamburg.
Physikalisches Central-Observatorium, St. Petersburg. Meteorologisches Bulletin für 1886. St. Petersburg. Fol.	Physikal. Zentral-Observatorium, St. Petersburg.
—— Instruktion der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften für Meteorologische Stationen. St. Petersburg 1887. 8°.	do.
Physikalischer Verein, Frankfurt a. M. Jahresbericht des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für die Rechnungsjahre 1882/83 u. 1883/84. Frankf. a. M. 8°.	Physikalischer Verein, Frankfurt a. M.
—— Jahresbericht des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für das Rechnungsjahr 1884/85. Frankfurt a. M. 1886. 8°	do.
Pollichia, Naturwissenschaftlicher Verein. 40ster bis 42ster Jahresbericht der Pollichia, eines naturwissenschaftlichen Vereins der Rheinpfalz. Dürkheim a. d. Hardt 1884. 8°.	Pollichia, Naturwissenschaftlicher Verein.
Powell, J. W. Sixth annual report of the United States Geological Survey to the secretary of the interior, for 1884—85. Washington 1885.	Herr Verfasser.
Recueil des actes de la séance publique de l'académie imperiale des sciences de St. Petersbourg 1826, 1833, 1834, 1837, 1839, 1840, 1842, 1843, 1844, 1845 und 1847. 11 Bände. St. Petersburg-Leipzig. 4°.	Familie *Köppen.*
Reichsamt des Innern. Amtliche Liste der Schiffe der Deutschen Kriegs- und Handels-Marine, abgeschlossen 1886. Berlin 1887. 8°.	Kaiserliche Admiralität.

Digitized by Google

Reichsamt des Innern. Handbuch für die Deutsche Handels-Marine auf das Jahr 1887. Berlin 1887. 8°.	Kaiserliche Admiralität, Berlin.
Reichs-Post-Amt, Berlin. Archiv für Post- und Telegraphie. 12ter—14ter Jahrg. 1884—1886. Berlin. 8°.	Von der Verwaltung überwiesen.
—— Statistik der Deutschen Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung für das Kalenderjahr 1886. Berlin 1887.	Kaiserliche Ober-Post-Direktion, Hamburg.
Reise von Indien durch Persien und Russland nach Grossbritannien. Aus dem Englischen des Herrn Kapt. *Georg Keppel.* Jena 1827.	Familie *Köppen.*
Riggenbach, Dr. *Albert.* Beobachtungen über die Dämmerung, insbesondere über das Pupurlicht und seine Beziehungen zum *Bishop*'schen Sonnenring. Habilitationsschrift. Basel 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Royal Alfred Observatory, Mauritius. Mauritius Meteorological Results for 1882 and 1883. Port Louis, Mauritius. Fol.	Royal Alfred Observatory, Mauritius.
—— Mauritius Meteorological Results for 1884 and 1885. Mauritius. Fol.	do.
—— Annual Report of the Director of the Royal Observatory for the year 1882. [o. O.] 1883. Fol.	do.
—— Annual Report of the Director of the Royal Alfred Observatory for the year 1885. Mauritius. Fol.	Herr Direktor *Meldrum,* Mauritius.
—— Annual Report of the Director of the Royal Alfred Observatory for the year 1886. Mauritius 1887. Fol.	Royal Alfred Observatory, Mauritius.
—— Mauritius Meteorological Results for 1886. Mauritius. Fol.	do.
Royal Observatory, Greenwich. Results of the Magnetical and Meteorological Observations in the year 1882, 1883 and 1884. London. 4°.	Royal Observatory, Greenwich.
—— Results of the Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory. Greenwich in the year 1885. London 1887. 4°.	do.
Royal Meteorological Society, London. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Vol. XII 1886. London 1886. 8°.	Royal Meteorolog. Society, London.
Royal Society, London. Report of the Meteorological Council to the Royal Society for the year ending 31st of March 1885. London 1886.	Royal Society, London.
Rubenson, R. Catalogue des Aurores boréales observées en Suède (1re partie 1536—1799), (2de partie 1800—1877). Stockholm 1879 und 1882. 4°.	Herr Professor *Köppen,* Hamburg.
Rusdon Observatory, Devon. Meteorological Observations for the year 1886. Vol. III. London 1887. 4°.	Rusdon Observatory, Devon.
Russische Geographische Gesellschaft. Vorläufiges Statut der Russischen Geographischen Gesellschaft. St. Petersburg 1845. 8°.	Familie *Köppen.*
Rykatschew, M. Ueber den Auf- und Zugang der Gewässer des Russischen Reichs. Petersburg 1887. 4°.	Phys. Zentr.-Observatorium, St. Petersburg.
—— Die Vertheilung der Winde und des Luftdrucks am Kaspischen Meere. St. Petersburg 1887. 4°.	Herr Verfasser.
Salis, Ad. v. Das Schweizerische Wasserbauwesen: Organisation, Leistungen und Bausysteme. Bern 1883. Fol.	Schweizer. Departement des Innern, Bern.
Schiaparelli, G. V. Osservazioni astronomiche e fisiche sull asse di rotazione e sulla topografia del planeta Marte. Roma 1886. 4°.	Herr Verfasser.
Schneider, Dr. *Gustav.* Ueber das Klima von Bremen. (Programm der Realschule in der Altstadt zu Bremen). Bremen 1887. 4°.	do.
Schokker, A. E. Arkenbout. Les perturbations atmosphériques étudiées au moyen d'observations horaires. Utrecht 1886.	do.
Schwahn, Paul. Ueber Aenderungen der Lage, der Figur und der Rotationsaxe der Erde, sowie über einige mit dem Rotationsproblem in Beziehung stehende Geophysische Probleme. (Inaugural-Dissertation). Berlin 1887. 4°.	Akad.-Astron. Verein, Berlin.
Schwarz-Flemming, Ingenieur. Deutscher Schiffskalender der Kriegsmarine und Handelsflotte für 1887. Jahrgang I. Leipzig 1887. 16°	Herr *Fr. Wilh. Grunow,* Leipzig.
Schweizerische Meteorologische Central-Anstalt, Zürich. Wetterbericht für 1886. Zürich. Fol.	Schweizerische Meteorolog. Zentral-Anstalt, Zürich.
—— Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt für 1884. 21ster Jahrgang. Zürich. 4°.	do.

Digitized by Google

Schweizerische Meteorologische Zentral-Anstalt, Zürich. Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt für 1885. 22ster Jahrgang. Zürich. 4°.	Institut.
Scott, Robert H., & Curtis, Richard H. On the working of the Harmonic Analyses. (From the Proceedings of the Royal Society. No. 244. 1886). London. 8°.	Meteorological Office, London.
Scottish Meteorological Society, Edinburgh. Journal of the Scottish Meteorological Society 1885. Edinburgh-London. 8°.	Scottish Meteorological Society, Edinburgh.
Seeland, F. Meteorologische und Magnetische Beobachtungen zu Klagenfurt 1882. 2 Exempl. 1883, 1884. 8°	Herr Verfasser.
Sivers, Gregor v. Die Flussfahrt auf dem Embach. Dorpat 1854. 8°.	Familie *Köppen.*
Smithsonian Institution, Washington. Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution for the year 1884. Part II. Washington 1885.	Smithsonian Institution, Washington.
—— Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution for January to July 1885. Part I. Washington 1886. 8°.	do.
Société des sciences de Finlande, Helsingfors. Acta societatis scientiarum Fennicae. Tomus XIII—XIV. Helsingforsiae. 4°.	Société des sciences de Finlande, Helsingfors.
Società Geografica Italiana, Roma. Bollettino della Società Geografica Italiana. Serie II, Vol. X, 1885. Roma. 8°.	Società Geografica Italiana, Rom.
—— Bollettino della Società Geographica Italiana. Vol. XXIII, 1886. Roma. 8°.	do.
Società Meteorologica Italiana, Torino. Annuario meteorologico Italiano. Anno II, 1887. Torino 1887. 16°.	Società Meteorologica Italiana, Torino.
Société des sciences de Finlande, Helsingfors. Observations publiées par l'institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande en 1882 et 1883. Helsingfors 1886.	Société des sciences de Finlande, Helsingfors.
Société Imperiale des naturalistes de Moscou. Bulletin de la Société imperiale des naturalistes de Moscou. Année 1886, Moscou 1886. 8°.	Société Imperiale des naturalistes de Moscou.
Société Météorologique de France, Paris. Annuaire de la Société Météorologique de France 1883—86. Paris. 8°.	Société météorologique de France, Paris.
Société Vaudoise des Sciences Naturelles, Lausanne. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Vol. XXI et XXII. Lausanne 1882. 8°.	Société Vaudoise des Sciences Naturelles, Lausanne.
Spallanzani, Lazaro. Des Herrn Abt *Lazaro Spallanzani* angestellte physikalische Beobachtungen auf der Insel Cythera, heutzutage Cerigo genannt. Strassburg 1789. 8°.	Familie *Köppen.*
Statistisches Bureau, Hamburg. Tabellarische Uebersichten des Hamburgischen Handels im Jahre 1886. Hamburg 1887. 4°.	Statistisches Bureau, Hamburg.
Statistisches Bureau der Steuer-Deputation, Hamburg. Statistik des Hamburgischen Staates. Heft XIV, I. Abth. Die Volkszählung vom 1. Dezember 1885. Hamburg 1887. 4°.	Statist. Bureau der Steuer-Deputation, Hamburg.
Steller, G. W., dessen Reise von Kamtschatka nach Amerika mit dem Kommandeur-Kapitän *Bering.* Petersburg 1793. 8°.	Familie *Köppen.*
Steen, Aksel, S. Die internationale Polarforschung 1882—1883. Beobachtungs-Ergebnisse der Norwegischen Polarstation Bossekop in Alten. I. Theil. Christiania 1887. 4°.	Deutsche Polar-Kommission, Hamburg.
Stone, Edward James. Results of astronomical observations made at the Royal Observatory Cape of Good Hope in the year 1856. Cape Town 1871. 8°.	Herr Assistent *Eylert,* Hamburg.
Stok, Dr. *J. P. van der.* Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Vol. VI, Supplement. Batavia 1886. Fol.	Observatory Batavia.
—— Dasselbe Werk. Vol. VII. Batavia 1886. Fol.	do.
—— Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indië. Zevende Jaargang 1885. Batavia 1886. 8°.	do.
Stück, H. Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg. 1., 2. und 3. Theil. Hamburg 1885/86. 4°.	Herr Verfasser.
Sundell, A. F. Barometer-Vergleichungen, ausgeführt in den Jahren 1886/87 an verschiedenen Meteorologischen Zentral-Anstalten. Helsingfors 1887. 4°.	do.
Tageblatt der 60sten Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Wiesbaden vom 18.—24. September 1887. Wiesbaden 1887. 4°.	Herr Cand. *Krebs,* Altona.

Digitized by Google

Tellurisches Observatorium, Bern. Meteorologische Beobachtungen an 15 Stationen der Schweiz im Jahre 1885. 4°.	Tellurisches Observatorium, Bern.
—— Meteorolog. Beobachtungen an 15 Stationen der Schweiz für 1886. Bern. 4°.	do.
Tietjen, F. Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1889 mit Ephemeriden der Planeten (1)—(258) für 1887. Berlin 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Ufficio Centrale di Meteorologia, Roma. Bollettino Meteorico pro 1. u. 2. semestre 1886. Roma. gr. 4°.	Ufficio Centrale di Meteorologia, Roma.
—— Annali dell Ufficio Centrale di Meteorologia Italiana. Vol. IV, 1882. Roma 1884. 4°.	Ufficio Centrale di Meteorologia, Roma.
—— Annali dell Ufficio Centrale Meteorologia Italiano. Vol. VI. Parte I, II u. III, 1884. Roma 1886/87. 4°.	Ufficio Centrale di Meteorologia, Roma.
—— Rivista Meteorico-Agraria. Anno VII, 1886. Roma. gr. 8°.	do.
U. S. Geological Survey, Washington. Second Annual Report of the United States Geological Survey by *J. W. Powell.* Washington 1882. 8°.	U. S. Geological Survey, Washington.
Verein für Erdkunde, Halle. Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. für 1885. Halle a. S. 1885. 8°.	Verein für Erdkunde, Halle.
—— Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1887. Halle 1887. 8°.	do.
Verein für Erdkunde, Leipzig. Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1885. Leipzig 1886.	Verein f. Erdkunde, Leipzig.
—— Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1886. Leipzig 1887. 8°.	do.
Verein für Erdkunde, Metz. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Metz. VIII, 1885. Metz. 4°.	Verein für Erdkunde, Metz.
—— Neunter Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Metz für 1886. Metz 1887. gr. 8°.	do.
Vogel, H. C. Publikationen des astro-physikalischen Observatoriums zu Potsdam. 5. Band. Potsdam 1886. 4°.	Astro-physikal. Observat., Potsdam.
Vorschläge an Astronomen für die Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss am 28./16. Juli 1851. Petersburg 1851.	Familie *Köppen.*
Vorsteheramt der Kaufmannschaft, Danzig. Danzig's Handel, Gewerbe und Schifffahrt im Jahre 1886. Danzig. [o. J.] Fol.	Vorsteheramt der Kaufmannschaft, Danzig.
Wahlén, E. Wahre Tagesmittel und tägliche Variation der Temperatur an 18 Stationen des Russischen Reiches. St. Petersburg 1886. 4°.	Physikal. Zentral-Observat., St. Petersburg.
Waldo, Frank. Absolute reduction of wind observations at sea (Reprinted from the American Meteorological Journal for October 1887). Cincinnati 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Washburn Observatory. Publications of the University of Wisconsin. Vol. V. Madison 1887.	Washburn Observatory.
Weihrauch, Prof. *R.* Einfluss des Widerstandes auf die Pendelbewegung bei ablenkenden Kräften, mit Anwendung auf das *Foucault*'sche Pendel. Dorpat 1886. 8°.	Herr Verfasser.
Weihrauch, Dr. *Karl.* Zwanzigjährige Mittelwerthe aus den meteorologischen Beobachtungen 1866—1885 für Dorpat. Dorpat 1887. 8°.	do.
Weinek, Professor Dr. *L.* Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1886. 47. Jahrg. Prag. [o. J.] 4°.	do.
Wellmann, Victor. Zur Photometrie der Jupiter-Trabanten. Berlin 1887. 4°.	Akad.-Astron. Verein, Berlin.
Wesselowsky, C. Tabellen über mittlere Temperaturen im Russ. Reiche. [o. O. u. J.] 8°.	Familie *Köppen.*
Wetterauische Gesellschaft für Naturkunde, Hanau. Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau über den Zeitraum vom 1. April 1885 bis 31. März 1887. Hanau 1887. 8°.	Wetterauische Gesellschaft für Naturkunde, Hanau.
Wijkander, Aug. Observations magnétiques faites pendant l'expédition arctique Suédoise en 1872, 1873. Band 1 und 2. Stockholm 1875/76.	Herr Verfasser.
Wild, Prof. Dr. *H.* Der magnetische Bifilar-Theodolith. St. Petersburg 1886. 4°.	Physikal. Zentral-Observat., St. Petersburg.
—— Annalen des Physikal. Central-Observatoriums. Jahrg. 1885. Theil I u. II. St. Petersburg 1886. 4°.	do.
—— Weitere Versuche über die Bestimmung der wahren Lufttemperatur. St. Petersburg 1887. 4°.	do.

Digitized by Google

Wild, Prof. Dr. *H.* Repertorium für Meteorologie. Herausgegeben von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Band X. St. Petersburg 1887. 4°.	Herr Verfasser.
Winnecke, Dr. *A.* Beobachtungen des Mars um die Zeit der Opposition 1862. Petersburg 1863. 4°.	Familie *Köppen.*
Wirth, Stephan, aus Pfullingen. Meteorologisch-astronomische Witterungs-Beobachtungen für das Jahr 1887 in Deutschland und den angränzenden Ländern. Reutlingen 1887. 8°.	Herr Verfasser.
Woeikof, Dr. *A.* Die Klimate der Erde. 2 Bände. Jena 1887. 8°.	do.
—— Die Bewölkung in Russland nach den Beobachtungen der Jahre 1870—1879. (In russischer Sprache). St. Petersburg. 8°.	do.
—— Briefe aus dem Auslande. VII. (In russischer Sprache). St. Petersburg. 8°.	do.
—— Die Sonnenfinsterniss vom 7./19. August 1887. (In russischer Sprache). 8°.	do.
—— Die Dürre des Jahres 1885. St. Petersburg. 8°.	do.
—— Recension über Rykatschef: „Auf- und Zugang der Gewässer des Russischen Reichs". 8°.	do.
Zech, Prof. Dr. Witterungsbericht von den Jahren (1880, 81, 82, 83) und 1884 nach den Beobachtungen der Württemberg. Stationen. Stuttgart. gr. 8°.	do.
—— Mittheilungen der Kgl. Württemberg. Meteorologischen Central-Station aus den Jahren 1885 und 1886. Stuttgart 1887. 8°.	do.
—— Dasselbe Werk.	Hydrographisches Amt der K. Admiralität, Berlin.
Zeitschrift der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Band XIX u. XX, 1884 u. 1885. Wien. gr. 8°.	Deutsche Meteorologische Gesellschaft.

B. Zeitschriften und Zeitungen.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie. Organ des Hydrographischen Amtes und der Deutschen Seewarte. Herausgegeben von dem Hydrograph. Amte der Kaiserlichen Admiralität. 15. Jahrgang. 1887. Berlin. 8°.	Hydrographisches Amt der Kaiserlichen Admiralität, Berlin.
Beihefte zum Marine-Verordnungsblatt. [Fachwissenschaftliche Beiträge aus den Kreisen des Offizier-Korps und des Marine-Personals der Kaiserl. Marine. Herausgegeben in der Kaiserl. Admiralität.] No. 66 und 67. 8°.	Kaiserl. Admiralität, Berlin.
Bollettino della Società Geografica Italiana. Volume XXIV. 1887. Roma 1887. 8°.	Società Geografica Italiana, Roma.
„Ciel et Terre". Revue populaire d'astronomie, de météorologie et physique du globe. Rédact. *J. C. Houzeau, C. Fievez, C. Hooreman, C. Lagrange, E. Lagrange, A. Lancaster, L. Mahillon, L. Niesten, F. van Rysselberghe, J. Vincent,* 3e année. Bruxelles 1887.	Die Redaktion.
Circulare des Deutschen Fischerei-Vereins im Jahre 1887. No. 1—4. Berlin 1887. 4°.	Ausschuss des Deutschen Fischerei-Vereins, Berlin.
Deutsche Fischerei-Zeitung. Wochenblatt für See- und Binnenfischerei, Fischzucht, Fischbereitung und Fischhandel, auch für Angelsport und Aquarienkunde. Herausgegeben von *W. Dunker* unter Mitwirkung bewährter Fachmänner. 10. Jahrgang. Stettin 1887. gr. 4°.	Redaktion der Fischerei-Zeitung, Stettin.
Hamburger Börsen-Halle, Abend-Zeitung für Handel, Schifffahrt und Politik. 1887. Hamburg. Fol.	Redaktion, Hamburg.
Hydrographische Nachrichten. Herausgegeben vom Hydrograph. Amte der k. k. Kriegsmarine, Seekarten-Depot. Jahrgang 1887. Pola 1887. 8°.	K. K. Hydrographisches Amt u. Marine-Biblioth., Pola.
Kundmachungen für Seefahrer. Herausgegeben vom Hydrographischen Amte der k. k. Kriegsmarine, Seekarten-Depot. Jahrgang 1887. Pola 1887. 8°.	do.
Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlich Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher. Herausgegeben unter Mitwirkung der Sektions-Vorstände von dem Präsidenten *C. H. Knoblauch.* 23. Heft. — Jahrgang 1887. Halle 1887. 4°.	K. Leopoldino-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher, Halle.

Digitized by Google

Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Herausgegeben vom k. k. Hydrographischen Amte, Marine-Bibliothek. 14. Band, Jahrg. 1887. Pola 1887. 8°.	K. K. Hydrographisches Amt u. Marine-Biblioth., Pola.
Monatshefte zur Statistik des Deutschen Reichs für das Jahr 1887. (A. m. d. T.: Statistik des Deutschen Reichs. Bd. 57.) Herausgegeben vom Kaiserl. Statistischen Amt. Berlin 1887. 4°.	Kaiserl. Statistisches Amt, Berlin.
Monthly Weather Report of the Meteorological Office for July — December 1886. Published by the Authority of the Meteorological Council. London 1887. 4°.	Meteorological Office, London.
Nachrichten für Seefahrer. Herausgegeben von dem Hydrographischen Amte der Kais. Admiralität. 18. Jahrgang. 1887. Berlin. 8°.	Hydrographisches Amt der kais. Admiralität, Berlin.
Natur, Die. Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniss und Naturanschauung für Leser aller Stände. Organ des „Deutschen Humboldt-Vereins". Begründet unter Herausgabe von *Otto Ule* und *Karl Müller* von Halle. Herausgegeben von *Karl Müller* von Halle. Neue Folge. Bd. XII. Jahrgang 1887. Mit xylographischen Illustrationen. Halle. gr. 4°.	Redaktion der Zeitschrift, Halle.
Nice-Médical. Climatologie. — Médecine pratique. — Hygiène. Organe officiel de la Société de médecine et de climatologie de Nice. 11e année, Nice 1887. 8°.	Redaktion, Nizza.
Quarterly Journal of the Meteorological Society. Edited by a Committee of the Council. Vol. XIII. London 1887. 8°.	Meteorological Society, London.
Veröffentlichungen des Kaiserlich Deutschen Gesundheitsamtes. XI. Jahrgang 1887. Berlin. 4°.	Kaiserl. Deutsches Gesundheitsamt, Berlin.
Von den Küsten und aus See. Organ der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger. Herausgegeben und redigirt vom Bureau der Gesellschaft. Jahrgang 1887. Bremen. 8°.	Redaktion der Zeitschrift, Bremen.
Zeitschrift des Königlich Preussischen Statistischen Bureaus. Redigirt von dessen Direktor. 26. Jahrg. 1885, Heft III u. IV. 27. Jahrg. 1886, Heft I. u. II. 4°.	Königl. Preuss. Statistisch. Bureau, Berlin.

C. Karten.

Direktion der Seewarte, Hamburg. Wanderung der Isothermen. Manuskriptkarte, gez. von *H. Denys.* [o. O. u. J.]	Deutsche Seew., Hamburg.
Reinke, J. T., & Lang, J. A. Zee-Kaart van't Helgoland. Hamburg 1787.	Kapt. *Runge,* Hamburg.
Schotsz, Jan. J. Der Nord Zee strekkende van benorden Texel tot door de Hoofden 1813. 2 Exempl.	Frau Wittwe *Filby,* Hamburg.
Michelot & Bremond. Nouvelle carte générale de la mer Méditerranée. 1726.	do.
—— Nouvelle carte des côtes de l'Océan. 1720.	do.

Digitized by Google

Verzeichniss

der im Lesezimmer der Seewarte ausliegenden Zeitschriften.

A. Zeitschriften für Hydrographie und Seewesen.

1. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Organ des Hydrographischen Amtes und der Deutschen Seewarte.
2. Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Herausgegeben von dem k. k. hydrographischen Amte zu Pola.
3. The Nautical Magazine.
4. Revue maritime et coloniale.
5. Annales Hydrographiques.
6. Nachrichten für Seefahrer. Herausgegeben von dem Hydrographischen Amte der Admiralität, Berlin.
7. Von den Küsten und aus See. Organ der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger.
8. Entscheidungen des Ober-Seeamts und der Seeämter des Deutschen Reiches.
9. Hydrographische Nachrichten. Herausgegeben vom Hydrographischen Amte der k. k. Kriegsmarine, Pola.
10. Kundmachungen für Seefahrer, desgl.
11. Hansa. Zeitschrift für Seewesen.
12. Ahoi. Zeitschrift für Deutsche Segler.
13. De Zee. Tijdschrift gewijd aan de belangen der Nederlandsche Stoom- en Zeilvaart.
14. Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen an den Deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee.

B. Zeitschriften für Meteorologie und Naturwissenschaften.

15. Quarterly Journal of the Meteorological Society, London.
16. Symons' monthly Meteorological Magazine.
17. Journal of the Scottish Meteorological Society.
18. Annuario della Società Meteorologica Italiana.
19. Repertorium für Meteorologie. Redigirt von H. Wild.
20. Monatliche Uebersicht der Witterung. Herausgegeben von der Direktion der Deutschen Seewarte.
21. Archives des Sciences physiques et naturelles.
22. Ciel et Terre. Revue populaire d'Astronomie et de Météorologie.
23. Nature. A weekly illustrated journal of sciences.
24. Die Natur. Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Naturanschauung.
25. Der Naturforscher. Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in den Naturwissenschaften.
26. Naturwissenschaftliche Rundschau.
27. Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlich Leopold.-Carolinisch. Deutschen Akademie der Naturforscher.
28. Das Wetter. Meteorologische Monatsschrift für Gebildete aller Stände.
29. Rivista meteorico-agraria Roma.
30. Comptes rendus.
31. Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft.
32. Die Fortschritte der Meteorologie.
33. The Philosophical Magazine.
34. Humboldt. Monatsschrift für die gesammten Naturwissenschaften.
35. Quarterly Weather Report. London.
36. Weekly Weather Report. London.
37. Monthly Weather Review. Washington.
38. Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheits-Amtes.
39. Annuaire de la Société Météorologique de France.
40. Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.
41. American meteorological magazine.

C. Zeitschriften für Physik und Chemie.

42. Annalen der Physik und Chemie. Herausgegeben von G. Wiedemann.
43. Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. Herausgegeben von G. und E. Wiedemann.
44. Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik, mathematische und astronomische Instrumentalkunde. Herausgegeben von Th. Carl.

Digitized by Google

45. Zeitschrift für Elektrotechnik. Organ des elektrotechnischen Vereins in Wien
46. Centralblatt für Elektrotechnik.
47. Mittheilungen der Königlich technischen Versuchsanstalten zu Berlin.
48. Die Fortschritte der Physik.
49. Zeitschrift für Instrumentenkunde.

D. Zeitschriften für Erd- und Völkerkunde und Statistik.

50. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.
51. Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.
52. Mittheilungen der Kais. und Königl. Geographischen Gesellschaft in Wien.
53. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und verwandte Wissenschaften zu Darmstadt, etc. Herausgegeben von L. Ewald.
54. Bollettino della Società Geographica Italiana.
55. Dr. A. Petermann's geographische Mittheilungen. Herausgegeben von Professor Dr. A. Supan.
56. Ergänzungshefte zu Dr. A. Petermann's geographischen Mittheilungen.
57. Deutsche geographische Blätter. Herausgegeben von der Geographischen Gesellschaft in Bremen.
58. Proceedings of the Royal Geographical Society, London.
59. Zeitschrift des Königlich preussischen statistischen Bureaus.
60. Monatshefte zur Statistik des Deutschen Reiches.
61. Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik.
62. Deutsche Kolonial-Zeitung.
63. Das Ausland. Wochenschrift für Länder- und Völkerkunde.
64. Geografisk Tidskrift, udgivet af Bestyrelsen for det kongelige danske geografiske Selskab.
65. Mittheilungen der K. Russischen Geographischen Gesellschaft.
66. Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.

E. Zeitschriften für Mathematik und Astronomie.

67. Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie.
68. Sirius. Zeitschrift für populäre Astronomie.
69. Die Fortschritte der Astronomie.

F. Zeitschriften für Fischerei und Handel, Amtsblätter.

70. Circulare des Deutschen Fischerei-Vereins, Berlin.
71. Deutsche Fischerei-Zeitung. Wochenschrift für See- und Binnenfischerei, Fischzucht, Fischbereitung etc.
72. Deutsches Handels-Archiv. Wochenblatt für Handel und Gewerbe.
73. Amtsblatt des Reichs-Postamts.
74. Archiv für Post und Telegraphie. Beiheft zum Amtsblatt des Reichs-Postamts.
75. Neuer Anzeiger für Bibliographie und Bibliothekwissenschaft.
76. Beiblätter zum Marine-Verordnungsblatt.

Digitized by Google

AUS DEM
ARCHIV DER DEUTSCHEN SEEWARTE.
X. Jahrgang 1887.
Herausgegeben von der Direktion der Seewarte.

No. 2.

Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks.

Von

Dr. **W. Köppen.**

Erste Abhandlung.

Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur.

HAMBURG, 1888.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

I. Versuche über den Einfluss von Strahlung auf verschiedenartige Thermometer und Beschirmungen.

a) Vorversuche 2
b) Versuche auf dem Reservoir bei der Seewarte, bei klarem Himmel, vom 20. August bis zum 8. September 1886 4
c) Versuche bei heiterem Himmel am 26. und 27. August 1887 zu Berlin 18
d) Thermometer-Aufzeichnungen, ausgeführt in Melbourne (Victoria) im Jahre 1857 an Thermometern mit weisser, schwarzer und rother Kugel 22

II. Beobachtungen über lokale Temperatur-Unterschiede (einschliesslich der Strahlungs-Einflüsse).

a) Versuche im Sommer 1885 bei heiterem Himmel zu Eimsbüttel 24
b) Beobachtungen über lokale Temperatur-Differenzen in Karabagh im Sommer 1872 .. 26
c) Vergleichende Temperatur-Beobachtungen im Zentrum und am Rande von St. Petersburg im Jahre 1873 27
d) Vergleichende Temperatur-Beobachtungen in Eimsbüttel und an der Seewarte im Jahre 1878/79 28

III. Auszugsweiser Bericht über die Ergebnisse einiger anderen Beobachter auf diesem Gebiete aus den letzten Jahren.

Vorbemerkungen 30
Untersuchungen über die Wirkung der Natur von Thermometer-Gefässen und Beschirmungen, sowie der Geschwindigkeit des Luftwechsels, von Aitken (31), Stow (36), Hazen (37), Wild und Hazen (38), Ssaweljew (43) 31
Vergleichungen der bekanntesten Thermometer-Expositionen, von Stow (45), Gill (46), Symons und Gaster (46), Whipple (48), Mawley (49), Doberck (49) 45

IV. Zusammenfassung 51

Berichtigung.

Im Versuch No. 13a, Seite 9 und 14, ist die Zeit 5^h statt 3^h zu lesen.

Digitized by Google

No. 2.

Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks.

Erste Abhandlung. Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur.

Von Dr. W. Köppen.

Die Temperatur eines Körpers hängt ab von a) dem Wärmeaustausch, den derselbe mit seiner Umgebung durch Leitung unterhält, b) der Wärme-Zufuhr und Abfuhr durch Ein- und Ausstrahlung, c) der Erzeugung oder Vernichtung („Bindung") von Wärme durch Prozesse in dem Körper oder an dessen Oberfläche. Die menschliche Haut ist stets allen diesen Einflüssen zugleich ausgesetzt; da jeder derselben aber in sehr komplizirter Weise durch viele Umstände beeinflusst wird, so sind Instrumente, welche dem ganzen Komplex von Einflüssen in annähernd derselben Weise unterliegen würden, wie der thierische Körper, kaum möglich, und wird die Aufgabe für die Klimatologie stets darin gesucht werden, die Fragestellung zu vereinfachen durch Trennung der einzelnen Faktoren. Die letzte unter den oben aufgeführten Kategorien von Einflüssen (c) wird in der Meteorologie nur angewandt für Feuchtigkeits-Bestimmungen, in der Form von Verdunstungskälte am Psychrometer und Thaupunkts-Hygrometer; die zweite Kategorie wird durch die Aktinometer, Pyrheliometer, Bolometer etc. untersucht; die grösste Anwendung in der Meteorologie finden aber Bestimmungen, bei welchen thunlichst nur die erste Kategorie von Einflüssen — nur Wärmeleitung nebst Konvektion — wirksam ist, und zwar zur Bestimmung der Temperatur des Mediums, in welchem sich das Thermometer befindet, sei es Erdboden, Wasser oder Luft.

Zuvörderst müssen wir uns die Frage beantworten: Was ist Lufttemperatur? Die Antwort lautet einfach: die Temperatur der Luft, zunächst derjenigen, welche wir unmittelbar der Prüfung unterwerfen und weiterhin die Temperatur anderer, grösserer Luftmassen, als deren Repräsentantin die erstere dienen kann. Jede Definition, in welcher die Lufttemperatur als Stand eines so und so aufgestellten Thermometers bezeichnet wird, ist als irreführend zu vermeiden. Nur weil man naturgemäss zunächst die stärkste der störenden Ursachen, also die Sonnenstrahlung, auszuschliessen trachtet, wird die gesuchte wahre Lufttemperatur auch häufig als „Temperatur im Schatten" oder als „Schattentemperatur" bezeichnet. Dagegen ist die „shade temperature" von Ferrel ein ganz anderer Begriff, da sie die Temperatur angiebt, welche ein Thermometer durch Strahlung der Umgebung, unter Ausschluss der Leitung und der direkten Sonnenstrahlung, annimmt. Die wahre Lufttemperatur könnte dagegen auch auf anderem Wege, als dem der Einbringung von Thermometern in die betr. Luftmasse, bestimmt werden, z. B. durch Bestimmung ihrer Dichtigkeit durch die Wage, bei bekanntem äusseren Druck, oder durch Aequilibrirung der zu prüfenden Luft mit einer Luftsäule von genau bestimmbarer Temperatur. Letzteren Weg hat Joule vorgeschlagen. In einem oben und unten offenen Rohre, das mit einem Wassermantel umgeben ist, hängt eine Metallspirale mit Spiegel. Jede Differenz zwischen der Temperatur der Luft im Rohre und jener der Umgebung bringt einen vertikalen Luftstrom im Rohre hervor, der die Spirale dreht. Bringt man durch Zumischung von kaltem oder warmen Wasser ein vertikales Gleichgewicht hervor, so zeigt ein im Rohre aufgehängtes Thermometer die genaue Lufttemperatur an. Im Freien ist diese Methode, des Windes wegen, jedenfalls nicht zu brauchen.

Zwei Fragen sind es, welche bei der Bestimmung der „Lufttemperatur" in der Meteorologie von entscheidender Bedeutung sind; 1) wie ertheilt man der Thermometer-Kugel die genaue Temperatur der dieselbe augenblicklich umspülenden Luft? und 2) die Temperatur welcher Luft wollen wir messen, um das „Klima" eines Ortes kennen zu lernen? Beide Fragen hat man früher überwiegend durch allgemeine Betrachtungen und Wahrscheinlichkeits-Schlüsse zu beantworten gesucht, erst in den letzten Jahren hat man

Digitized by Google

intensiver den allein richtigen Weg des Experiments für deren Lösung betreten. Die zahlreichen und verschiedenartigen eingeführten Thermometer-Beschirmungen sind ganz vorwiegend auf Analogie-Schlüsse und theoretische Voraussetzungen begründet. Der Gegenstand ist aber so komplizirt und die Theorie desselben sowie die erforderlichen Konstanten sind noch so wenig festgestellt, dass die anscheinend berechtigtsten Erwartungen gelegentlich durch die Erfahrung in überraschender Weise widerlegt werden. So seltsam es klingt, sind wir also über die genauere Bedeutung der Millionen von Thermometer-Notirungen, welche alljährlich gemacht werden, noch sehr im Unklaren. Einen kleinen Beitrag zur Klärung der einschlägigen Fragen sollen auch die im Folgenden beschriebenen Beobachtungen liefern, welche in den Jahren 1872, 73, 78/79, 82, 85 und 86 von mir oder auf meine Veranlassung angestellt worden sind. Zugleich kann ich durch die Güte des Herrn Direktor Dr. Neumayer die Resultate verwandter Versuche aus dem Jahre 1858 mittheilen.

Da wir, um die stets nur kleinen lokalen Unterschiede in der wirklichen Lufttemperatur feststellen zu können, zunächst wissen müssen, in wie weit wir die Temperatur des Thermometers derjenigen des seine Kugel umspülenden Mediums gleichsetzen können, so wollen wir die beiden Fragen 1) und 2) in der obigen Reihenfolge behandeln. Eine scharfe Auseinanderhaltung derselben ist zwar in den meisten Fällen unmöglich; dennoch muss ihre thunlichste Trennung unsere wichtigste Aufgabe sein, wenn wir zu Resultaten von allgemeiner Gültigkeit kommen wollen.

I. Versuche über den Einfluss von Strahlung auf verschiedenartige Thermometer und Beschirmungen.

a) **Vorversuche.** Im Sommer 1885 und im Frühling 1886 stellte ich in meinem Garten zu Eimsbüttel, Schulweg 4, an einigen Sonntagen mit kräftigem Sonnenschein ausser den unter B. zu schildernden Beobachtungen über lokale Temperatur-Unterschiede eine Anzahl orientirender Versuche über den Einfluss verschiedener Beschirmungen auf die Angaben der Thermometer an. Es würde zu weit führen, über dieselben im Einzelnen zu berichten. Aus ihnen lernte ich zuerst die den Strahlungs-Einfluss erhöhende Wirkung der meisten Beschirmungen kennen, insbesondere erwiesen sich Schutzvorrichtungen — Gehäuse oder auch offene Schirme — aus Papier oder Pappe als sehr ungünstig, ob sie nun weiss oder dunkel, durchscheinend oder undurchscheinend sein mögen. Eine dünne blanke Stahlhülse, welche genau auf das zylindrische Gefäss des Thermometers passte, erhöhte seine Empfindlichkeit gegen Strahlung ebenfalls bedeutend. Aus Vergleichen gleicher Thermometer, deren eines frei in der Sonne, das andere daneben beschützt war, welche ich am 23. April 1886 anstellte, ergab sich das Folgende. Nach 20 Vergleichen zwischen 12^h und 1^h erhöht die Stahlhülse um das Thermometer-Gefäss die Sonnenwirkung um 0.48° C; nach 8 Vergleichen zwischen $1^h\ 30^m$ und 2^h um 0.80°; ein Papiergehäuse um das Thermometer mit Stahlhülse erhöhte die Differenz nach 20 Vergleichen zwischen 1 und $1^1/_2{}^p$ auf 1.0°; nach 5 Vergleichen ohne Stalhülse gegen 4^p bedingte das Papiergehäuse sogar einen Ueberschuss von 1.2° C, während ein Karton (Hutschachtel) die Angaben nur um 0.4° erhöhte gegen das frei in der Sonne hängende Thermometer, 0.6° weniger, als gleichzeitig das Papiergehäuse (beide waren nach unten offene Zylinder von resp. 10 und 25 cm Durchmesser).

Diese Wahrnehmungen waren für mich sehr überraschend. Bekanntlich hat eine Reihe von Gelehrten — besonders in den letzten Jahren — mit Erfolg versucht, das Thermometer gegen Strahlung unempfindlicher zu machen durch Bedeckung des Gefässes mit einer dünnen, polirten Metallschicht; ich hatte erwartet, durch die dünne Stahlhülse Aehnliches, wenn auch minder Günstiges, zu erreichen, wenn auch unter einiger Einbusse an Empfindlichkeit des Thermometers gegen schnelle Aenderungen. Statt dessen erwies sich der Einfluss der Strahlung bei aufgeschobener Hülse grösser. Obwohl die Aenderungen des Thermometers nicht erheblich abgestumpft schienen, kann diese Wirkung doch nur in der erschwerten Wärmeleitung zwischen Gefäss und Luft ihre Ursache haben. Ebenso unerwartet war die ungünstige Wirkung der Papierschirme, da mehrere Gelehrte, wie Professor Wollny und Ritter von Lorenz, dieselben angewandt und empfohlen haben.

Lehrreich war auch eine Reihe von Beobachtungen unter baumwollenen und seidenen Schirmen. Unter einem gewöhnlichen schwarzen Regenschirm, welcher in der normalen Lage in der Sonne aufgehängt ist, nimmt das Thermometer um so höhere Stände an, je höher es angebracht ist, zeigt aber selbst weit unten

Digitized by Google

noch viel zu hohe Temperaturen. Es ergab sich im Durchschnitt von 10 Ablesungen am 9. Mai (11^h—12^h ^{a}), von 20 Ablesungen am 20. August ($12^1/_4$—$1^1/_2$ ^{p}), von 7 Ablesungen am 29. August (12—2 ^{p}) und von 8 Ablesungen am 30. August ($9^1/_4$—10 ^{a}):

	Zeit	Umstände	Oben in der Wölbung	20 cm tiefer	50 cm tiefer	frei in der Sonne	Lufttemp. im Schatten
9. Mai	$12^1/_4$—$12^3/_4$ ^{p}	ohne Futter	18.4	—	16.5	16.4	15.0
	1^h 12—20	weiss gefüttert	—	17.5	16.8	16.8	15.4
	1^h 22—36	ohne Futter	—	17.7	16.8	16.8	15.5
20. August		hell gefüttert	—	22.0	—	23.4	21.1
29. „			—	26.9	—	27.9	25.3
30. „			25.8	—	25.3	26.1	24.6

Am 9. Mai zeigte demnach das unter dem Schirm hängende Thermometer sogar höher, als ein gleiches frei in der Sonne hängendes; an den drei Augusttagen, wo ein anderer Schirm verwendet wurde, zeigte das Thermometer unter dem Schirm zwar niedriger, aber immerhin noch erheblich zu hoch. Alle Ablesungen unter dem Schirm wurden mit den mittelgrossen Thermometern der Sorte 3, vergl. folgende Seite, gemacht. Am 20. August wurde auch ein Thermometer mit kleiner Kugel (Sorte 2) in der Sonne zugleich beobachtet, dasselbe zeigte im Durchschnitt 22.6, die Wirkung durch Schutz des Schirms betrug also hier mehr, als jener durch die Kleinheit der Kugel.

Aehnliche Resultate ergaben sich, wenn das Thermometer sowohl unter dem Schirm als in der Sonne geschleudert wurde. Der Schirm war dabei so eingerichtet, wie in der zweiten dieser Abhandlungen beschrieben werden wird, mit einer unter der Wölbung ausgespannten zweiten Decke und 60 cm Entfernung zwischen der Wölbung und dem Thermometer. Am 30. August 1886 stellte sich auf dem Reservoir bei der Seewarte, im Mittel von 5 Vergleichen zwischen 2^h 50^m und 3^h 36^m, das Stabthermometer unter dem Schirm geschleudert auf 28.1, in der Sonne geschleudert auf 28.4, im Schatten des Thürmchens, geschleudert sowohl als fest, auf 27.6, während das Thermometer in der Hütte*) 28.5 zeigte.

Um zu entscheiden, ob helle oder dunkle Zeug-Schirme besseren Schutz gegen Wärmestrahlung gewähren, wurde eine Anzahl ähnlicher, aber verschiedenfarbiger, seidener Sonnenschirme im Zimmer geprüft, indem sie nebeneinander im Sonnenschein auf einem Tisch ausgespannt wurden. Die Thermometer unter den dunklen ergaben niedrigere Temperaturen, als unter den hellen. Die diffuse Reflexion nach unten bei den letzteren überwindet also die günstige Wirkung der Reflexion an der Oberfläche, was man nicht von vorn herein voraussagen konnte.

Endlich muss noch eines Versuchs Erwähnung gethan werden, der durch die Korrespondenz mit Herrn Dr. Assmann zur Zeit veranlasst wurde, als er mit der Konstruktion seines Aspirations-Thermometers beschäftigt war. Zwei ineinander geschobene Glasröhren von 26 cm Länge, deren innere 18 mm weit ist, wurden an ihrer einander zugekehrten Seiten versilbert bis auf einen Streifen, der zum Ablesen des Thermometers frei blieb, und die Ränder mit Siegellack verkittet. Es war so ein innen und aussen spiegelndes Rohr gebildet, welches vor der Luft durch eine beiderseits je 0.7 mm starke Glasschicht geschützt war und dadurch gute Gewähr für Unveränderlichkeit bot, ohne eine bedeutende Masse darzustellen. In diesem Rohr wurde ein Stabthermometer befestigt, so dass sein Gefäss nahe dem einen Ausgang sich befand; auf das andere Ende wurde ein Kautschukschlauch gesteckt, der zu einem Wasseraspirator führte. Der Stand des Thermometers, wenn das Instrument in die Sonne gebracht wurde, erwies sich indessen am 15. Juli 1886 trotz der Aspiration viel zu hoch, 0.3° C. höher, als selbst der Stand eines ähnlichen Stabthermometers, das gleichzeitig frei in der Sonne geschleudert wurde, welches doch schon 0.6° über der Temperatur im Schatten war. Dieses ungünstige Ergebniss mag zwar z. Th. der Unvollkommenheit des angewandten Aspirators zuzuschreiben sein. Doch konnte es nicht zur weiteren Verfolgung des Weges ermuthigen, und in der That hat auch Herr Dr. Assmann eine ähnliche Konstruktion geprüft und als ungünstig verworfen. Es entspricht diese Erfahrung ganz dem neueren Resultat von Scheiner (Zeitschr. für Instrumentenkunde 1887)

*) Siehe „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte", Jahrg. VI, No. 3, Seite 7 u. ff. sowie Jahrg. VII, No. 2, Taf. 26; im folgenden mit *l* bezeichnet.

Digitized by Google

und von Sprung (Met. Z. 1888, Seite 25), wonach schon dünne Ueberzüge aus einem diathermanen Stoff bei Metallschirmen sehr ungünstig wirken. Da der Gegenstand durch Herrn Dr. Assmann einem sehr eingehenden Studium unterzogen wurde in derselben Zeit, so habe ich ihn nicht weiter verfolgt.

b) **Versuche auf dem Reservoir bei der Seewarte, bei klarem Himmel, vom 20. August bis zum 8. September 1886.** Die Reihe von ungewöhnlich heiteren und heissen Tagen vom 20. August 1886 an benutzte ich zu einer systematischen auf die Beantwortung bestimmter Fragen eingerichteten Versuchsreihe über den Einfluss der Strahlung auf Thermometer verschiedener Art und in verschiedenen Beschirmungen. Diese Versuche wurden mit wenigen Ausnahmen bei hochstehender und hellscheinender Sonne ausgeführt. Soweit es sich um Bestrahlung von berussten oder Metall-Oberflächen handelt, können die Resultate wahrscheinlich direkt auch auf die dunkle Wärmestrahlung übertragen werden und ist die Beobachtung der Sonnenstrahlung sowohl wegen deren grösserer Intensität, als wegen der leichteren Ausführung der Beobachtung, jener der nächtlichen Ausstrahlung weit vorzuziehen. Ist der strahlende Stoff ein anderer — Holz, Alkohol etc. — oder sind jene Oberflächen von Glashüllen umgeben, wie beim gewöhnlichen Quecksilber-Thermometer und noch mehr dem Vakuum-Thermometer mit geschwärzter Kugel, so ist freilich das Verhalten gegen Strahlung, je nach deren Natur resp. Wellenlänge, sehr verschieden; auch über diesen Punkt sind bei diesen Versuchen einige interessante Thatsachen gewonnen.

Zu den Versuchen wurden Thermometerpaare von möglichst gleichartiger Beschaffenheit verwendet, von denen durch Vorversuche erwiesen war, dass sie in der Sonne nebeneinander hängend nahe dieselbe Temperatur annahmen, also ungefähr dasselbe relative Verhalten gegen Strahlung und Leitung zeigten — abgesehen von den Skalenfehlern — welche selbstverständlich überall festgestellt und eliminirt wurden. Die kleinen Differenzen, welche sich in dieser Hinsicht hie und da zeigten, glaubte ich nicht weiter berücksichtigen zu sollen, da die Anbringung von Korrektionen zu unsicher gewesen wäre; durch öfteren Austausch der Thermometer jedes Paares habe ich gesucht, systematische Fehler aus dieser Quelle in den Endresultaten zu vermeiden; ein Theil der Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Versuchsreihen mag aus derselben stammen. Durch wechselnde Aufstellung dieser gleichartigen Thermometer, sowie Anbringung verschiedener Thermometer in gleicher Aufstellung konnten die Einflüsse der Beschaffenheit des Thermometers und seiner Aufstellung in mehr systematischer Weise getrennt werden als dies bisher geschehen ist.

Die angewandten Thermometer und Aufstellungen waren die folgenden, mit den Zeichen, durch welche wir die angewandte Kombination im Weiteren kennzeichnen wollen.

1. Alkohol-Stabthermometer von Fuess, mit farblosem Alkohol, zylindrisches Gefäss, 33 mm lang, 6 mm breit, der Emailstreifen hinter der Skala (verdünnt) bis auf das Gefäss herabgehend.

2. Quecksilber-Stabthermometer von Fuess, Bodien und Rung, Gefäss zylindrisch, 20—25 mm lang und 3.3—4.5 mm breit.

3. Quecksilber-Einschluss-Thermometer, Gefäss zylindrisch, 35 mm lang, $5^1/_2$ mm breit, Papierskala; von Bodien in Hamburg.

4. Quecksilber-Thermometer von Fuess, Patentkonstruktion, Modell der an deutschen Stationen I. und II. Ordnung üblichen Beobachtungsthermometer, Gefäss kugelig resp. breitbirnförmig, $8^1/_2$ mm im Durchmesser, mit Glastropfen am unteren Ende.

5. Grosse Quecksilber-Einschluss-Thermometer, birn- resp. herzförmiges Gefäss von 16 mm Breite und etwa 20 mm Länge, den Glastropfen am Ende nicht gerechnet.

6. Schwarzkugel-Thermometer im Vakuum, von Casella, gewöhnliches Modell. Leider stand nur ein solches Thermometer zur Verfügung, doch waren die Versuche damit immerhin lehrreich zur Klärung einiger prinzipieller Punkte.

Die verschiedenen Aufstellungsarten waren folgende:

a. Im Schatten des Backstein-Thürmchens am SE-Rande des Reservoirs (vgl. den Plan in der Beschreibung der Seewarte, Taf. 2, im Archiv für 1884). Die mit Erde bedeckte und begraste Oberfläche des Reservoirs, welche $1^1/_2$—2 m über das umgebende Erdreich emporragt, bildet den höchsten Punkt des Stintfanghügels und ist, wie der Plan zeigt, von einem doppelten Kranz von Bäumen und Gebüsch umgeben, so dass das erwähnte Thürmchen nach NE direkt an eine grössere Baumgruppe stösst. An diesem Ort ergaben Thermometer der Formen 2, 3 und 4 in einer Entfernung von $1^1/_2$ bis 2 m von der Mauer nahezu identische Angaben, einerlei ob sie in einem der kleinen Gehäuse (ohne Boden) oder frei vertikal hängend, und ob

Digitized by Google

sie $1^1/_4$ oder 2 m vom Boden angebracht waren, die Abweichungen von den durch Schleudern eines Thermometers an derselben Stelle und in derselben Höhe erhaltenen Temperaturen (siehe unter *k*) zeigten kein System und waren so gering, dass sie gegenüber den übrigen untersuchten Differenzen vernachlässigt werden konnten. Ich habe daher die Ablesungen an dieser Stelle innerhalb der eben bezeichneten Grenzen unterschiedslos, und zwar als nächste Annäherung an die wahre Temperatur der Luft über dem Reservoir verwendet, und sie als Nullpunkt für den Vergleich der übrigen, von der Strahlung mehr beeinflussten Thermometer benutzt.

a'. Zum Vergleich sind unter diesem Zeichen die gleichzeitigen Ablesungen am Beobachtungs-Fenster an der Ost-Ecke des Hauses eingeführt, jedoch nur direkte Ablesungen am gewöhnlichen Beobachtungs-Thermometer, nicht die Aufzeichnungen des Thermographen daselbst.

a''. Angaben eines an den Nordpfeilern der Thermometerhütte (mit 4 auf dem erwähnten Plan bezeichnet) in der Mitte des Grasplatzes frei in 1.4 m Höhe aufgehängten Thermometers der Form 2 oder 3. Boden unter demselben grossentheils besonnt, Hütte durchwärmt.

b. Thermometer frei in der Sonne an einem ausgespannten Draht 1.5 m über dem Boden hängend.

c. Thermometer unter einem ausgespannten Schirm, vgl. die zweite Abhandlung.

d. Thermometer in einem nach meinen Angaben 1878 angefertigten kleinen weisslackirten Jalousie-Blechgehäuse von länglicher (für ein Psychrometer bestimmter) Form, bei welchem nur die Gefässe der Thermometer geschützt sind, während deren Skalen herausragen; $14^1/_2$ cm breit, 31 cm lang, ursprünglich $13^1/_2$ cm hoch; durch Wegschneiden der untersten von den 3 Jalousien auf 10 cm erniedrigt, so dass die unteren Enden der Thermometergefässe eben (1—2 mm weit) herausragen und vom Winde getroffen werden. Dies Gehäuse wurde, am Draht in 1.8 bis 2 m Höhe über dem Boden aufgehängt, der Sonne ausgesetzt.

e. Ebensolches, jedoch etwas grösseres, weiss angestrichenes Gehäuse, welches an einen transportablen hohlen Stab befestigt ist und zu den grossen Beobachtungsreihen diente, welche im Schatten des Thürmchens im Auftrage des Herrn Direktors von Herrn Dr. Duderstadt ausgeführt sind. Neben Gehäuse *d*, jedoch etwas näher zu den Mauern des Thürmchens, 1.34 m von ihnen abstehend. Gehäuse der Sonne frei exponirt

f. Kleineres, rundes Blechgehäuse, welches so konstruirt ist, dass bei möglichster Freiheit der Luftzirkulation doch alle von der Sonne getroffenen Wände durch eine zweite Blechwand vom Thermometer-Gefäss getrennt sind und nicht direkt gegen dasselbe strahlen können; Oberfläche blankes Metall oder dünne Oxydschicht. Unter *f* dieses Gehäuse ohne Boden, mit theilweise herausragendem Thermometer-Gefässe; unter f_1 dasselbe resp. ein genau übereinstimmendes Gehäuse mit eingesetztem jalousie-artig durchschnittenem Boden. Beide am Draht hängend der Sonne ausgesetzt.

g. Das grosse Zinkblechgehäuse, welches die bei den regelmässigen Beobachtungen an der Seewarte abgelesenen Thermometer umfasst (Zeichnung s. Instruktion, Archiv 1878. 2) und für gewöhnlich vor dem oben erwähnten Fenster angebracht ist, wurde zweimal für einige Stunden auf das Reservoir gebracht und dort der freien Strahlung ausgesetzt. Das Gehäuse war dabei an einem überragenden Gestell (einer Leiter) am NE-Ende des Reservoirs frei über dem Rasen so aufgehängt, dass die Kugeln der Stationsthermometer sich 1.3 m über dem Rasen befanden. Das Gehäuse ist ganz gleich den auf den übrigen Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte aufgestellten und mit Ausnahme des fehlenden Bodens und des runden und mit Schornstein versehenen Daches dem in Russland seit 1872 eingeführten Gehäuse gleich, ferner ähnlich dem in Bayern und auch dem in Oesterreich üblichen Gehäuse, welche jedoch, namentlich das letztere, offener sind. Das benutzte Exemplar ist mit hellgrauer Farbe angestrichen, hat aber durch Staub und Russ aussen und innen eine dunkle und rauhe Oberfläche erhalten, die zum Versuch nicht verändert wurde.

h. Inneres der auf dem Plan Taf. 2 der Beschreibung der Seewarte mit 4 bezeichneten und ebenda Taf. 26 abgebildeten Thermometerhütte, 2 m über dem Boden; Stelle und Instrument dieselben, welche schon seit 1879 zu vergleichenden Ablesungen benutzt wurden.

i. Im Schatten, nahezu horizontal liegend, nach dem Zenit ausstrahlend, 45 cm über dem Boden.

j. Desgleichen 5 cm über dem Boden.

k. Im Schatten des Thürmchens in 1.5—1.8 m Höhe geschleudert.

Wir lassen nun die Ablesungen *in extenso* folgen, wobei wir sie gruppenweise, wie sie angestellt wurden, zu Mittelwerthen verbinden. Sämmtliche Ablesungen sind wegen der Skalenfehler korrigirt, im übrigen aber so wieder gegeben, wie sie erhalten wurden. Die in Klammern gestellten Mittelwerthe sind aus unvollständigen Zahlenreihen durch Differenzen gegen nächstverwandte komplete Reihen gewonnen.

Digitized by Google

Temperatur-Beobachtungen auf dem Reservoir am 20. August 1886.

	Zeit	a Thurm-schatten (Stabth.)	h_4 Hütte	f_2 / b_2 In der Sonne: Doppel-Gehäuse (Stab)	b_2 In der Sonne: Frei (Stab)	e_4 Einfaches Gehäuse (Stations)
No. 1.	12^h 55	22.0	22.3	—	—	
	1^h 0	22.2	22.5	24.8	24.5	
	5	22.4	22.6	24.3	24.0	
	10	22.3	22.6	24.5	23.5	
	15	22.3	22.8	24.9	24.2	
	Mittel	22.3	22.6	(24.6)	(24.0)	
No. 2.	1^h 25	22.3	22.8	—	23.9	23.7
	30	22.2	22.6	—	24.2	23.7
	35	22.5	—	—	24.7	24.6
	40	22.1	—	23.6	23.7	—
	45	22.1	—	24.1	24.1	23.5
	50	22.2	23.0	23.9	23.9	23.5
	Mittel	22.2	(22.8)	(24.0)	24.1	(23.8)

	Zeit	a Thurm-schatten (Stabth.)	h_4 Hütte	f_2 / b_2 In der Sonne: Doppel-Gehäuse (Stab)	b_2 In der Sonne: Frei (Stab)	e_4 Einfaches Gehäuse (Station)	e_2 Einfaches Gehäuse (Stab)
No. 3.	2^h 5	22.0	—	—	23.7	24.0	23.4
	10	—	—	—	23.6	24.0	23.6
	15	22.1	—	—	24.0	24.0	23.9
	20	—	—	—	23.7	24.2	24.1
	25	—	—	—	23.7	24.5	24.5
	30	—	—	—	23.8	24.6	24.3
	35	—	—	—	23.6	24.5	24.2
	40	22.0	23.3	—	24.0	24.0	23.8
	Mittel	(22.0)	(23.3)	—	23.8	24.2	24.0

Temperatur-Beobachtungen auf dem Reservoir am 21. August 1886.

	Zeit	N-Rand, grosses Gehäuse in der Sonne: Stab-Thermometer b_2 frei luv	b_2 frei lee	g_2 gr. Geh.	Psychr., gr. Geh. g_4 trocken	g_4 feucht	Am Thurm Sonne frei b_4 Patent	Schatten: Stab k_2 rotirt	kl. Geh. a	Hütte h_4
	Sonnenschein, etwas Cirruswolken, grosses Gehäuse zu.									
No. 4. $a' = 23.7$	2^h 40	27.2	27.4	28.0	28.1	20.8	—	—	24.5	27.6
	42	7.0	7.2	8.0	8.1	0.8	27.7	24.3	4.5	7.8
	45	6.6	7 0	7.8	8.2	0.1	7.6	4.5	4.7	7.6
	48	7.3	8.0	8.0	8.2	1.0	7.7	4.6	4.8	7.6
	Mittel	27.0	27.4	28.0	28.2	20.7	27.7	24.4	24.6	27.6
	Von nun an Sonne verschleiert, Schein matt.									
No. 5. $a' = 23.7$ gr. Gehäuse geschlossen	2^h 58	25.9	26.7	28.0	28.1	20.3	25.6	24.1	24.2	26.9
	3^h 1	5.0	5.3	6.8	7.0	19.5	6.1	4.3	4.2	6.6
	5	5.5	6.2	6.9	6.9	9.5	6.4	4.1	4.2	6.8
	12	5.7	5.9	5.9	6.2	9.1	5.9	4.3	4.4	6.3
	15	5.0	5.2	6.6	6.3	9.5	5.2	3.8	4.2	6.3
	25	3.9	4.0	5.1	5.1	9.3	4.0	—	3.7	5.6
	30	3.8	3.8	4.9	4.9	9.0	3.9	3.5	3.6	5.4
	45	3.5	3.6	4 2	4.2	—	—	—	(3.6)	—
	Mittel	24.8	25.1	26.0	26.1	(19.3)	(25.1)	(23.9)	(24.0)	(26.1)

Digitized by Google

	Zeit	N-Rand, grosses Gehäuse in der Sonne					Am Thurm Sonne frei	Schatten		Hütte
		Stab-Thermometer			Psychr., gr. Geh.			Stab	kl. Geh.	
		b_2 frei luv	frei lee	g_2 gr. Geh.	g_4 trocken	feucht	b_4 Patent	k_2 rotirt	a	h_4
No. 6. gr. Gehäuse offen	3h 8	25.9	26.2	26.0	26.5	19.5	25.5	—	24.3	26.8
	10	5.5	5.9	5.9	6.2	9.5	5.9	24.3	4.4	6.3
	35	3.6	3.6	4.3	4.6	8.7	3.6	3.1	3.5	5.3
$a' = 23.6$	40	3.6	3.6	3.9	4.2	8.3	—	—	—	—
	Mittel	24.6	24.8	25.0	25.4	19.0	(24.7)	—	(23.9)	(25.9)

Von nun an etwas heller, aber doch Schein matt, Gehäuse zu.

				unten	oben			Schatten a	Hütte h_4
No. 7.	3h 54	24.0	24.1	24.4	—	24.1	18.3	23.7	—
	56	4.2	4.4	4.4	24.3	4.3	8.6	3.6	25.0
	58	4.0	4.2	4.5	4.6	4.4	9.0	3.5	—
	4h 0	4.3	4.0	4.4	4.8	4.4	9.1	3.5	5.0
$a' = 23.5$	2	4.1	4.1	4.5	4.9	4.5	9.0	3.6	5.0
	5	4.3	4.3	4.7	—	4.6	8.8	3.8	—
	7	4.7	4.8	4.9	—	4.8	8.9	3.8	5.2
	Mittel	24.2	24.3	24.5	(24.7)	24.4	18.8	23.6	(25.0)

Sonnenschein ziemlich hell, Gehäuse zu.

No. 8.	4h 10	24.7	24.6	25.1	25.4	25.1	18.9	23.8	25.2
	13	5.0	5.1	5.2	5.6	5.2	9.0	4.0	5.4
	16	4.8	4.9	5.3	5.6	5.3	9.1	3.9	5.4
	19	5.2	5.2	5.5	5.9	5.5	9.1	3.8	5.4
$a' = 23.4$	21	4.5	4.9	5.4	5.8	5.4	9.0	3.8	5.3
	25	4.3	4.4	5.3	5.6	5.3	8.7	3.6	5.1
	Mittel	24.8	24.9	25.3	25.6	25.3	19.0	23.8	25.3

Temperatur-Beobachtungen auf dem Reservoir am 23. August 1886.

	Zeit	Am NE-Ende des Reservoirs						Am Thurm				Hütte	Grosse Kugel	
		Stab-Thermometer			grosse Kugeln		Patent-Therm.	Patenttherm.		Stab frei in d. Sonne	Schatten		frei	kl. Geh.
		frei b_2 luv	lee	gr. Geh. g_2	frei b_5	gr. Geh. g_5	gr. Geh. g_4	frei in d. Sonne b_4	kl. Geh. in der Sonne	b_2	a	h_4	b_5	e_5
No. 9.	1h 5	30.0	30.2	30.4	31.1	31.1	30.2	—	—	—	—	—		
	12	0.1	0.4	0.9	1.4	2.1	0.9	29.5	29.3	28.9	—	28.8		
	20	29.8	0.4	0.9	1.4	2.4	0.9	9.7	9.5	9.2	—	8.9		
	24	0.0	0.6	1.2	1.6	2.5	1.0	—	—	—	—	—		
	28	29.8	0.6	1.0	1.4	2.7	1.0	9.8	9.5	9.4	27.6	9.2		
	34	0.4	1.2	1.1	1.7	2.7	1.1	30.0	9.7	9.5	7.9	9.4		
	39	29.7	0.4	1.0	1.5	2.6	1.1	29.6	9.5	9.1	7.8	9.5		
$a' = 27.0$	45	0.5	0.9	1.5	2.0	2.9	1.5	30.1	9.8	9.5	7.5	9.6		
	58	0.2	0.7	1.3	1.6	2.9	1.4	0.1	9.7	9.4	7.7	9.6		
	2h 7	0.1	0.4	1.4	1.7	3.0	1.5	0.5	9.7	0.0	7.7	0.0	31.0	31.0
					Alkohol									
	16	0.9	0.9	1.4	—	—	1.6	0.2	0.7	9.7	7.6	0.0	31.0	30.4
	22	0.4	0.6	1.4	—	32.3	1.5	0.1	9.5	9.4	7.6	0.0	30.9	30.2
	30	0.4	0.2	1.5	30.2	2.9	1.5	—	—	—	—	—	—	—
	Mittel	30.2	30.6	31.2	(31.7)	(32.6)	31.2	(30.1)	(29.7)	(29.5)	(27.7)	(29.5)	—	—
					Alkoh. (32.3)									

NB. Stab-Thermometer in der Sonne beim Thurm 0.7° niedriger, als am NE-Ende des Reservoirs, wahrscheinlich wegen der freieren Ventilation, beim folgenden Versuch aber kein Unterschied mehr.

Digitized by Google

	Zeit	Am NE-Ende des Reservoirs								Beim Thurm						
		Stabthermometer			Alkohol		Mittl. (Papierstk.)		Patent-Therm.	Patenttherm.		grosse Kugel		Stab	Schatten	Hütte
		frei b_2		gr. Geh.	frei	gr. Geh.	frei	gr. Geh.	gr. Geh.	frei	kl. Geh.	frei	kl. Geh.	frei		
		luv	lee	g_2	b_1	g_1	b_3	g_3	g_4	b_4	e_1	b_5	g_5	b_2	a_3	h_4
No. **10.** $a' = 27.3$	2^h 46	30.1	29.9	31.1	30.1	32.3	30.2	31.4	31.4	30.6	29.8	31.2	30.6	30.1	27.5	30.2
	2^h 53	0.0	0.8	1.2	1.0	2.5	0.2	1.7	1.4	0.5	9.8	1.3	0.7	0.1	7.4	0.4
										0.6	30.2	1.4	0.7	0.3	—	0.3
	3^h 25	29.3	9.5	1.4	0.0	2.9	0.2	2.0	1.4	—	—	—	—	—	—	—
	3^h 38–43	0.0	9.7	1.2	29.9	3.0	0.1	2.0	1.6	0.6	29.9	1.2	0.9	0.1	7.8	0.5
	3^h 49–53	9.9	0.5	1.1	30.0	2.6	0.7	1.5	1.6	0.5	9.9	1.1	0.8	9.8	8.2	0.5
	3^h 57–4^h 1	9.7	0.0	1.1	29.8	2.7	0.0	1.8	1 5	0.5	30.0	1.0	0.6	9.9	8.0	0.6
	Mittel	29.8	30.1	31.2	30.1	32.7	30.2	31.7	31.5	(30.5)	(29.8)	(31.0)	(30.7)	(29.9)	(27.9)	(30.4)

Desgleichen, aber grosses Gehäuse offen.

No. **11.** $a' = 27.4$	3^h 0	30.2	30.2	30.4	31.4	30.5	30.6	30.6	—	—	—	—	—	—	—	
	7	0.0	29.7	29.7	0.5	0.5	0.2	0.1	20.5	20.3	21.2	20.7	29.8	27.3	20.5	
	15	0.4	9.7	30.2	0.6	0.5	0.0	0.0	0.7	0.2	1.1	0.6	0.0	7.3	0.5	
	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	0.8	0.0	7.7	0.6	
	4^h 5	29.8	30.1	—	—	0.1	0.0	0.4	—	—	—	—	—	—	—	
	13	9.3	30.4	—	1.0	29.7	9.6	0.6	—	—	—	—	—	7.4	—	
											Alkohol					
	42	—	—	—	—	—	—	—	7.1	6.8	27.0	27.3	—	—	—	
	Mittel	29.9	30.0	(30.2)	(30.9)	30.3	30.1	30.3	—	—	—	—	—	—	—	

Abends.

Temperatur-Beobachtungen auf dem Reservoir bei wolkenlosem Himmel am 23. August.

	Zeit p. m.	Grosses Gehäuse					Frei				Hütte
		gross	Alkohol	zylindr.	Station	Stab	gross	Alkohol	zylindr.	Stab	
		g_5	g_1	g_3	g_4	g_2	g_5	b_1	b_3	b_2	h_4
No. **12.** $a' = 22.0$	8^h 46	20.7	20.1	20.8	20.9	20.8	20.5	20.9	20.7	20.7	—
	55	0.7	1.0	0.6	0.8	0.4	0.1	0.6	0.2	0.3	—
	9^h 5	0.2	0.6	0.2	0.5	0.3	0.0	0.7	0.2	0.4	—
	18	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	19.7	0.3	0.0	0.0	—
	23	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	9.7	0.3	0.0	0.0	—
	28	0.1	0.4	0.0	0.3	0.0	9.7	0.3	19.9	0.0	—
	Mittel	20.3	20.6	20.3	20.5	20.3	20.0	20.5	20.2	20.2	—
No. **13.** $a' = 20.5$	10^h 33	18.9	19.3	19.0	19.2	19.0	18.7	19.4	19.0	19.5	19.7
	41	8.8	9.2	8.9	9.1	9.0	8.5	9.2	9.0	9.0	—
	47	8.9	9.2	8.9	9.1	8.9	8.5	9.2	8.9	8.9	9.5
	53	8.9	9.0	9.0	9.2	9.0	8.5	9.2	8.8	8.9	—
	11^h 0	8.8	9.1	8.8	9.0	8.8	8.4	9.1	8.6	8.9	9.3
	15	8.3	8.6	8.4	8.6	8.4	—	8.8	8.4	8.6	—
	Mittel	18.8	19.1	18.8	19.0	18.8	(18.4)	19.1	18.8	(19.0)	(19.4)

Digitized by Google

24. August früh (Beobachtet von Dr. Duderstadt).

	Zeit	Frei			Im grossen Gehäuse				
		Stab b_2	Alk. b_1	Mittel b_3	Stat. g_4	Alk. g_1	Mittel g_3	gross g_5	
No. **13**a.	$3^h\ 8^a$	15.5	15.7	15.5	15.6	15.7	15.5	15.2	
	13	15.5	15.8	15.5	15.6	15.6	15.5	15.3	erste Sonnenstrahlen sichtbar.
$a' = 17.8$	18	15.6	15.7	15.6	15.6	15.6	15.5	15.3	
	Mittel	15.5	15.7	15.5	15.6	15.6	15.5	15.3	
	$6^h\ 0$	15.8	16.1	15.7	15.9	16.1	15.7	15.7	

Am Abend des **1. Septembers** 8^h 40—45, im Mittel von 2 Beobachtungen:

No. **14.**	Transp. Gehäuse (e)	Veränd. Gehäuse (d)	Hütte (h)	geschleud.	Doppelwand-Gehäuse (f)
$a' = 26.2$	23.8	23.9	25.1	24.2	23.7

Temperatur-Beobachtungen auf dem Reservoir am 24. August.

	Zeit	Schatten*)		In der Sonne am NE-Ende des Reservoirs										Hütte
		Fuess Patent		Stab, Quecks.		Alkohol		Mittel, Quecks. (Papierskala)		grosse Kugel		Psychrometer, im gr. Gehäuse		
		trock.	feucht	frei	gr. Geh.	frei	gr Geh.	frei	gr. Geh	frei	gr. Geh.	trock.	feucht	
		a		b_2	g_2	b_1	g_1	b_3	g_3	b_5	g_5	g_4		h_4
No. **15.**	$9^h\ 16$	21.6	—	22.4	23.8	22.6	24.3	22.8	23.9	23.3	23.9 Gehäuse	23.9	19.2	22.3
	23	21.9	—	22.8	24.0	22.9	24.3	23.1	24.0	23.8	23.9	24.2	19.4	22.5
$a' = 21.5$	29	22.4	—	23.7	24.4	23.7	24.8	24.0	24.1	24.8	24.1 Bod. feucht	24.4	19.9	22.7
	Mittel	22.0	—	23.0	24.1	23.0	24.5	23.3	24.0	24.0	24.0	24.2	19.5	22.5
No. **16.**	11^h 2–8	25.5	19.3	26.5	27.6	26.8	27.5	27.2	27.2	26.8	27.0	27.7	20.7	—
	17–22	25.5	19.1	27.0	27.6	27.2	28.2	27.6	27.7	27.2	27.4	28.1	20.6	—
	30–35	25.5	19.1	27.1	28.0	27.2	28.3	27.1	28.0	27.2	27.5	28.5	20.9	—
$a' = 24.9$	Mittel	25.5	19.2	26.9	27.7	27.1	28.0	27.3	27.6	27.1	27.3	28.1	20.7	—
	1^h 37	26.3	19.4	27.8	29.2	28.2	29.3	—	—	—	—	29.5	20.7	—

	Zeit	Schatten		In der Sonne, am NE-Ende des Reservoirs						In der Sonne, am Thürmchen					
		desgleichen		Stab, Quecks.		Mitt. (Papiersk.)		Psychr., gr. Geh.		Fuess Patent		Alkohol, Stab		gr. Kugel	
		trock.	feucht	frei	gr. Geh.	frei	gr. Geh.	trock.	feucht	frei	kl. Geh.	frei	kl. Geh.	frei	kl. Geh.
		a		b_2	g_2	b_3	g_3	g_4		b_4	e_4	b_1	e_1	b_5	e_5
No. **17.**	$11^h 42$–51	25.8	19.4	27.1	28.4	27.7	28.0	28.6	21.1	28.0	28.0	27.3	27.8	28.8	27.7
	12^h 4–10	6.2	9.5	7.2	8.4	7.8	8.1	9.0	1.1	8.5	8.5	7.6	8.4	9.5	8.3
$a' = 25.8$	$12^h 16$–20	5.9	9.0	7.8	9.3	8.4	8.9	9.4	1.5	8.1	8.1	7.4	7.6	9.2	7.4
	$12^h 32$–38	6.1	9.1	7.7	8.7	8.1	8.2	8.9	0.6	8.0	7.8	7.8	7.9	9.0	8.0
Nun b_2	$12^h 50$–55	6.3	9.2	8.5	9.8	9.0	8.8	9.5	1.0	8.3	8.1	7.4	7.8	9.4	8.5
am Thurm	$12^h 59$–$1^h 4$	6.6	9.1	8.4	9.6	—	—	9.6	0.6	8.7	8.4	7.8	8.1	9.9	8.8
höher.	$1^h 21$–$1^h 26$	6.9	9.4	8.3	30.0	—	—	30.1	1.1	—	—	8.9	8.7	30.0	9.5
	Mittel	26.3	19.2	27.9	29.2	(28.4)	(28.6)	29.3	21.0	(28.4)	(28.3)	27.7	28.0	29.4	28.3

*) Mittel der Ablesungen am Anfang und am Schluss der Vergleichsreihe.

Digitized by Google

Vergleichungen am Thurm zwischen meinen alten und 2 neuen Gehäusen.

(I mit blanker Zinkoberfläche, II oxydirt und berusst.)

	Zeit des Anf.	Schatten Stab a	Frei in der Sonne: Stab b_2	Mittel (Pap.-Sk.) b_3	Alk. b_2	gross b_5	Aelteres Gehäuse: Mittel e_3	Alk. e_1	gross e_5	Neue Gehäuse, Patentthermom.: I f_4	II f_4	Schatten Stab a	Zeit des Endes h	
No. **18.**	2^h 24	26.7	28.2	28.6	28.4	29.8	28.4	28.4	29.1	28.0	28.1	26.8	2^h 29	einzelne Cumulus, $^1/_{10}$.
	31	6.7	7.9	8.5	8.4	9.5	8.2	8.5	8.8	7.8	7.9	6.6	34	
$a' = 26.2$	46	6.4	8.5	8.8	8.2	9.8	8.6	8.9	9.0	—	8.4	6.3	44	wolkenlos, I mit Boden.
	Mitt.	26.6	28.2	28.6	28.4	29.7	28.4	28.6	29.0	(28.0)	28.1	26.6		

Bei diesen beiden I und II ohne Boden, von nun an I oder II mit Boden, neue Gehäuse umgehängt neben das alte.

	Von nun an neue Gehäuse abwechselnd mit Boden.											Hütte	Zeit d. End.	
	2^h 59	26.4	28.7	29.2	28.9	30.0	28.8	28.9	29.2	29.0	28.9	26 7	28.1	3^h 1	I mit Boden.
	3^h 5	6.5	8.4	8.6	8.4	29.5	8.4	8.7	—	8.4	8.2	6.8	8.0	8	II mit Boden,
	25	6.1	8.0	8.3	8.1	9.4	8.0	8.4	8.7	8.3	8.5	6.5	7.8	28	I ohne
	29	6.3	8.1	9.0	8.3	9.8	8.6	8.7	9.0	8.7	8.8	6.2	7.9	32	kl. Cirrus.
No. **19.**	36	6.1	7.9	8.9	8.4	9.6	8.6	8.9	9.0	8.7	—	6.3	8.1	39	wolkenlos,
	45	6.1	7.0	7.8	7.9	8.5	7.7	8.0	8.4	8.0	—	6.1	7.8	48	windig.
$a' = 26.3$	55	6.2	7.4	7.9	7.5	8.1	7.5	7.6	7.7	7.5	—	6.1	7.2	58	
	Mitt.	26.2	27.9	28.5	28.2	29.3	28.2	28.5	28.7	ohne Boden 28.4 mit „ 28.5		26.4	27.8	—	
	4^h 0	25.9	27.0	27.7	—	—	27.2	—	—	27.4	—	—	—	—	
	3	5.9	6.9	7.5	—	—	7.1	—	—	7.1	—	—	6.8	—	

1. September 1886.

	Zeit	In der Sonne: Fuess Patentthermometer (Stationsthermometer) frei b_4	Geh. b_4	veränd. Geh. d_4	Schirm geschl. Stabth. c_2	Schatten des Thürmchens: Stativth. hängend a	Stabth. geschleud. a	Hütte h_4	grosse Kugel: frei in der Sonne b_5	veränd. Stativ d_5	Alkohol: frei in der Sonne b_1	veränd. Stativ d_1
	12^h 50	32.0	31.9	31.7	—	29.4	29.2	30.6	—	—	—	—
	55	1.9	1.7	1.6	—	9.6	9.2	—	—	—	—	—
No. **20.**	1^h 22	2.6	2.2	1.9	31.2	30.4	30.7	1.4	—	—	32.1	32.0
$a' = 27.6$	30	2.4	2.1	2.2	0.6	9.9	0.1	1.6	33.4	32.9	2.0	2.2
	38	2.0	2.7	2.4	1.0	9.9	0.0	1.7	33.1	2.9	1.5	2.2
	Mittel	32.2	32.1	32.0	(30.8)	29.8	29.8	(31.2)	(33.0)	(32.7)	(31.7)	(32.0)
	ruhend											
	1^h 54	32.3	32.7	32.3	31.7	29.7	30.0	32.2	33.4	32.7	32.0	32.2
	56	2.3	2.9	2.5	1.7	9.8	0.1	2.4	3.2	2 8	2.0	2.2
	2^h 1	2.2	2.4	2.0	1.3	9.7	9.9	2.3	3.0	2.7	1.9	1.9
No. **21.**	5	2.3	2.6	2.4	1.6	9.7	0.0	2.4	3.3	2.7	2.2	2.5
$a' = 28.0$	14	3.0	2.9	2.5	1.9	30.0	0.1	2.7	3.9	3.3	2.5	2.6
	17	3.0	3.0	2.6	—	0.0	—	—	—	—	2.4	2.4
	20	2.8	2.9	2.5	1.8	0.0	—	—	—	—	—	—
	Mittel	32.5	32.8	32.4	31.7	29.9	(30.1)	32.5	33.5	32.9	32.1	32.2

Digitized by Google

	Zeit	In der Sonne: Fuess Patenttherm. (Stationstherm.) frei b_4	Geh. b_4	veränd. Geh. d_4	Schirm ruhend Stabth. c_2	Schatten des Thürmchens: Stativth. hängend a	Stabth. geschleud. a	Hütte h_4	grosse Kugel: frei in der Sonne b_5	veränd. Stativ d_5	Alkohol: frei in der Sonne b_1	veränd. Stativ d_5	Schatten der Hütte geschl. Stab	Papiersk. zylind., Mittel: Sonne b_3	neues Geh. f_3
No. **22.** $a' = 28.2$	2^h 35	32.6	33.0	33.1	31.9	30.1	—	32.9	33.9	32.4	32.5	33.0	—	32.8	32.8
	45	2.6	3.6	3.7	1.9	0.0	30.0	—	—	3.0	—	—	—	2.7	2.8
	50	2.8	3.7	3.4	1.9	0.2	0.6	3.2	4.2	2.7	2.9	3.2	—	3.5	2.9
	55	—	—	—	1.9	0.1	9.9	—	—	—	—	—	30.9	2.6	2.8
	3^h 5	2.8	3.7	3.0	1.5	0.0	0.8	3.2	3.8	2.3	2.7	2.8	0.9	2.7	2.6
	15	2.6	3.3	3.7	1.9	0.0	0.4	3.4	3.5	3.0	2.2	3.0	1.1	2.2	2.4
	Mittel	32.7	(33.5)	33.4	31.8	30.1	30.3	33.2	33.8	32.7	32.6	33.0	31.0	32.7	32.7

Wahrsch. Therm. v. Sonnenstrahlen getroffen.

3^h 20 Stabthermometer, nach dem Weltraum strahlend im Schatten des Thürmchens, 3 cm über dem Boden auf schwarzem Baumwollenzeug 28.2, frei hängend 1.25 m über Boden 29.9 und geschwungen in derselben Höhe 30.7°.

Abends 8^h 40—45, Mittel von 2 Beobachtungen: I Stativ 23.8°, Veränd. Stativ 23.9°, Hütte 25.1°, neues Gehäuse 23.7°, geschleudert 24.2°.

2. September 1886.

	Zeit	In der Sonne: Stations- (Pat.) Therm. frei b_4	Geh. e_2	veränd. Stativ d_2	zylindr., Papiersk. frei b_3	neues Gehäuse f_3	Schatten: Stat.-Therm. frei	Alkoh. häng.	Stab geschl. a	Boden, Tuch, 2 cm hoch: Stab j_2	Alkoh. j_1	grosse Kugel j_5	Hütte h_4	Schatten der Hütte geschl.	
No. **23.** $a' = 27.7$	12^h 30	—	Therm. drin bis 1^h 45 von d. Sonne beschien.	—	—	—	28.9	29.0	28.6	28.7	29.0	—	29.7	—	[1]
	35	—		—	—	—	8.2	8.3	7.9	8.5	8.4	—	—	28.3	[1]
	43	—		—	—	—	8.0	8.2	8.0	8.3	8.1	—	—	—	[1]
	49	28.5	28.9	28.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[2]
	54–58	9.4	9.6	9.1	—	—	8.1	8.6	8.0	8.5	8.2	8.3	9.2	8.4	[3]
	1^h	0.2	0.5	9.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[3]
	Mittel	(29.2)	(29.5)	(28.9)	—	—	28.3	28.4	28.1	28.5	28.4	—	(29.4)	(28.5)	

[1]) Sonne hinter Wolken (lose Cumulus) durchschimmernd. [2]) Durchschimmernd. [3]) Matter Sonnenschein.

Von nun an Sonnenschein, nur durch etwas dunstige Luft behindert, Himmel bis auf wenige lose Cum. blau.

	Zeit	frei b_4	Geh. e_2	veränd. Stativ d_2	zylindr. frei b_3	Papiersk. ohne Bod. / mit Bod. f_3	Schatten: Stat.-Therm. frei	Alkoh. häng.	Stab geschl. a	Boden, Tuch, 2 cm hoch: Stab j_2	Alkoh. j_1	grosse Kugel j_5	Hütte h_4	Schatten der Hütte geschl.	Schirm ruhend m. Unterdach.
No. **24.** $a' = 27.8$	1^h 2	30.5	31.1	30.0	30.5	ohne Bod. 30.2	—	—	—	—	—	—	—	—	Schirm ruhend m. Unterdach.
	5	—	—	—	—	—	29 1	29.2	29.0	29.1	29.0	28.8	29.9	—	
	10	1.0	1.6	1.3	0.9	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	—	—	—	mit Bod.	9.5	9.6	—	9.2	9.1	9.1	—	—	—
	20	2.0	2.9	1.6	1.5	2.9 [1])	9.9	30.0	—	9.4	9.4	9.4	30.9	—	30.3
	28	1.9	2.7	1.7	1.7	3.2	9.6	9.8	9.3	9.3	9.1	9.2	1.0	29.9	0.7
	36	2.4	3.3	1.8	2.2	3.6	30.1	0.2	—	9.3	9.1	9.5	—	—	1.0
	40	—	—	—	—	—	0.3 / 29.6	—	30.3 / ?	—	—	—	—	30.9	— [3]
	45	2.7	3.5 [2])	1.9	1.5	3.5	9.7	—	—	9.3	9.1	9.6	1.8	—	0.5
	Mittel	31.8	32.5	31.6	31.4	(31.1) (32.9) (33.1)	29.7	(29.8)	(29.6)	29.3	29.1	29.3	(31.0)	(30.3)	(30.3)

[1]) Von hier an mit eingesetztem Boden. Das Thermometergefäss berührte den Boden (später frei davon).

[2]) Zuletzt Thermometer im grössern Stativ durch den Schlitz von der Sonne beschienen, wie ich erst jetzt merkte; nun Stativ gedreht, so dass Thermometer im Schatten.

[3]) Während des Schleuderns bei der Hütte sank das Thermometer im Schatten rasch.

	Zeit	frei b_4	Geh. e_2	veränd. Stativ d_2	zylindr. frei b_3	Papiersk. ohne Bod. f_3	Schatten: Stat.-Therm. frei	Alkoh. häng.	Stab geschl. a	Boden, Tuch, 2 cm hoch: Stab j_2	Alkoh. j_1	grosse Kugel j_5	Hütte h_4	Schatten der Hütte geschl.	Schirm ruhend m. Unterdach.
No. **25.** $a' = 27.9$	1^h 51	32.4	32.5	32.2	32.1	34.0	29.8	30.0	—	29.1	28.8	29.6	31.8	—	30.9
	57	1.9	2.1	2.7	1 8	3.9	9.6	—	—	9.3	9.0	9.4	1.8	—	0.9
	2^h 2	1.9	2.0	2 3	1.6	3.8	9.6	9.8	—	9.3	9.3	9.4	—	—	0.8
	7	2.4	1.9	2.2	2.5	ohne Bod. 3.0	9.5	—	—	—	—	—	—	—	1.0
	Mittel	31.1	32.1	32.3	32.0	(34 0) (32.5)	29.6	(29.8)	—	29.2	29.0	29.5	(31.7)	—	30.9

Digitized by Google

3. September 1886.

Das Schwarzkugel-Thermometer im Vakuum wurde an diesem Tage im Schatten des Thürmchens, 45 cm über dem Boden, horizontal (auf dem Rande eines Stuhls) neben einem ebenso liegenden Stations-Thermometer beobachtet.

	Zeit	In der Sonne ruhend				Doppel-Schirm ruhend	Im Schatten des Thürmchens					
		Stationstherm.		zylindr. Gef., Papiersk.			geschleud.	Stativ transp.	frei in 45 m Höhe		auf dem Grase	
		veränd. Stativ	frei	frei	neues Gehäuse	Stab	Stab	Stat.	Stat.	Vakuum	Stab	b und c auf dem Rande des schwarzen Pults im Schatten, Kugeln 2 cm über der Fläche, b Stab, c grosse Kugel.
		d_4	b_4	b_3	f_3	c	a	a	i_4	i_6	a	
No. 26.	1h 8	27.7	27.7	27.5	—	—	—	25.9	25.3	26.9	—	
	10	—	—	—	—	26.3	25.7	5.9	5.3	—	—	
	15	7.4	7.7	7.6	27.6	6.0		5.9	5.0	6.7	—	
	25	7.3	7.5	7.6	7.3	6.1	—	5.9	—	6.7	23.3	
	30	7.5	7.6	7.6	7.5	6.6	6.0	5.9	5.7	6.9	3.1	
	35	7.2	7.4	7.4	7.2	6.1	6.0	6.1	6.1	7.1	3.2	
	41	7.5	7.7	7.3	7.2	6.2	—	6.1	6.1	7.2	3.3	
											b	c
	48	7.6	7.8	7.8	7.5	6.3	6.3	6.3	5.8	6.7	25.7	—
	51	7.6	7.5	7.6	7 3	6.1	—	6.4	5.6	6.4	5.6	—
	57	7.6	7.9	7.9	7.6	6.5	6.2	6.0	5.6	6.6	5.4	25.5
	Mittel	27.5	27.7	27.6	27.4	26.2	(25.9)	26.0	25.6	26.9 = 27.0	a (23.1)	b (25.4) c (25.5)
											b	c
No. 27.	2h 2	27.8	27.9	27.4	27.3	26.5	—	26.1	26.1	27.3	25.6	25.3
	7	—	—	—	—	—	26.4	6.2	6.7	8.2	5.5	5.5
	48	8.3	8.6	8.5	8.1	6.9	—	6.5	—	6.8	5.8	5.7
	3h 0	8.6	8.7	8.6	8.3	6.8	6.2	6.4	6.4	7.7	6.0	5.9
	6	8.1	8.1	8.0	7.9	6.4	—	6.2	6.1	8.0	6.0	5.9
	Mittel	28.2	28.3	28.1	27.9	26.6	(26.3)	26.3	26.3	27.6 = 27.7	25.8	25.7

	Zeit	In der Sonne				Doppel-Schirm ruhend Stab		Schatten des Thurms			Schatten des Hütte			Hütte
		Stationstherm.		zylindr. Gef., Papiersk.				geschleud. Stab	Stativ Stations	frei gross	hängd., zylindr. Kugel	horiz. in 45 cm Station	horiz. in 45 cm Vakuum	
		veränd. Stativ	frei	frei	neues Gehäuse	d	c	a	a	i_4	i_6	b	c	
		d_4	b_4	b_3	f_3									
No. 28.	3h 12	27.8	27.9	27.9	27.6	26.5	26.7	—	26.3	25.9	26.6	26.5	28.6	27.0
	22	7.7	8.0	8.1	7.6	6.2	6.4	26.1	6.2	—	6.5	6.5	8.6	6.9
	29	—	8.1	—	—	6.4	6.6	—	6.2	—	—	—	—	—
	36	—	—	—	—	6.1	6.3	—	6.3	—	6.6	6.5	8.6	7.1
	50	7.2	7.3	7.0	6.8	6.0	6.0	—	6.1	5.9	6.3	6.2	8.3	7.0
												beim Thurm		
	59	6.6	6.7	6.8	6.4	5.8	5.8	6.0	6.0	5.7	6.0	25.8	27.5	—
	4h 2	6.5	6.6	6.5	6.4	5.8	5.8	—	5.8	5.6	5.9	5.7	7.3	6.5
	Mittel	(27.3)	27.4	(27.4)	27.0	26.1	26.2	(26.1)	26.1	(25.8)	26.3	bei Hütte (26.3)	(28.4)	(26.9)
												beim Thurm (26.0)	(27.6)	

d Stabthermometer durch ein Papierschirmchen gegen Bodenstrahlung geschützt,

c unter diesem Schirmchen.

Am Vakuum-Thermometer noch Korr. von +0.1 anzubringen.

Digitized by Google

Die Versuche mit dem Vakuum-Thermometer am 6.—10. September wurden durch öftere Unterbrechungen des Sonnenscheins durch vorbeiziehende Wolken beeinträchtigt. Nach längerem Sonnenschein, in ungefähr stationärem Zustande, ergaben sich folgende Ablesungen:

	Datum	Zeit	Stations-Thermometer			Vakuum	Vakuum im Gehäuse	
			Schatten	frei Sonne	kleines Stativ Sonne	frei	Sonne	
			a	b_4	b_4	b_6		
No. **29.**	6./9.	12^h 5	23.7	25.2	25.0	37.1	—	
	7./9.	12^h 43	4.1	5.6	5.5	—	26.3	
		57	4.0	5.3	5.3	—	6.6	
	8./9.	2^h 18	2.1	3.8	4.1	—	5.5	
		23	2.1	4.0	4.1	—	5.5	
		c. 40	1.9	2.9	2.9	28.5	— Schatten	Sonnenschein ganz matt.
	10./9. [1])	12^h 11	4.2	5.8	—	—	24.8	
		30	—	5.6	5.4	37.8	—	
		50	24.9	26.6	25.9	38.1	—	

[1]) 12^h 35—12^h 40 trotz meist matten Sonnenscheins und z. Th. Wolken vor der Sonne, Vakuum zwischen 38.0 und 32.5 schwankend, bei Schatten-Temperatur 23.9—24.8 und Stations-Thermometer in der Sonne 24.2—26.7.

In der geschlossenen Hütte (Lampenhütte), wohin nun die Thermometer gebracht wurden, nahmen sie dagegen im Finstern folgende Temperaturen an:

	Zeit	Stations-Therm.	Vakuum-Therm.	Alkohol	
No. **30.**	1^h 0	29.1	30.3	—	—
	6	29.5	29.9	30.0	30.0
	13	29.6	29.9	30.0	30.0
	18	29.5	29.9	30.0	29.9

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über sämmtliche in den 30 Versuchen gewonnenen Mittelwerthe, wobei nur die am festen Thermometer in a gewonnenen Werthe in den absoluten Zahlen, alle übrigen in Differenzen gegen a wiedergegeben sind: Minuszeichen bedeutet kälter als a, ohne Zeichen wärmer als a.

Zunächst tritt uns die schon erwähnte Thatsache entgegen, dass die durch Schleudern des Thermometers an derselben Stelle gewonnenen Temperaturen unter k, welche wir als die richtigeren ansehen müssen, nicht in einheitlicher Weise von den Temperaturen a abweichen; es scheint, dass die Gesammtwirkung der Strahlung auf die senkrecht frei oder im Gehäuse an dieser Stelle hängenden Thermometer eine ganz geringe erhöhende war, während sie bei denselben Stab- oder Stations-Thermometern, wenn sie an der gleichen Stelle in horizontaler Lage 45 cm über dem Boden der Strahlung zum Zenit preisgegeben waren, eine durchschnittlich um 0.2° bis 0.3° gegen die Lufttemperatur in 1.5 m Höhe deprimirende war. Doch lag dieser Gegenstand ausserhalb meiner eigentlichen Aufgabe und habe ich ihn nur zuletzt zur besseren Abgrenzung der Hauptfragen noch hineingezogen.

Zur Vereinfachung der folgenden Darstellung wollen wir die Abweichung von der Temperatur der umspülenden Luft, welche ein Thermometer unter dem Einflusse von Leitung und Strahlung annimmt, seinen „Strahlungsfehler“ unter den gegebenen Umständen nennen; mit der Natur dieser Grösse werden wir uns weiter unten beschäftigen.

Digitized by Google

A. Versuche um die

Dat.	No. des Versuchs	Stunde	Zahl der Vergl.	0. Schatten				1. Alkohol-Stab-Thermometer					2. Quecksilber-Stab-Thermometer						
				a	a'	a''	k	b_1	d_1	e_1	g_1	j_1	b_2	c_2	e_2	f_2	g_2	i_2	j_2
20./8.	1	1^h	4	22.3	−1.8	..	..	..	..	..	..	..	1.7	..	..	(2.3)	..	..	..
	2	$1^3/_4$–2^h	9	22.2	−1.4	..	.	..	..	..	..	..	1.8	..	..	(1.9)	..	..	..
	3	2–$2^3/_4{}^h$	8	22.0	−1.0	..	..	..	..	..	..	..	1.8	..	2.0	..	..	..	..
21./8.	4	$2^3/_4{}^h$	4	24.6	−0.9	..	−0.2	..	..	..	..	..	2.4	..	..	..	3.4	..	..
	5	3–$3^3/_4{}^h$	8	24.0	−0.3	..	−0.1	..	..	..	..	..	0.8	..	..	..	2.0	..	..
	6	3–$3^3/_4{}^h$	4	23.9	−0.3	..	..	..	..	..	..	.	0.7	..	..	..	1.1	..	..
	7	4^h	7	23.6	−0.1	.	..	..	..	..	..	..	0.6	..	..	..	0.9 (1.1)	..	..
	8	$4^1/_4$–$4^1/_2{}^h$	6	23.8	−0.4	..	..	..	..	..	..	..	1.0	..	..	..	1.5 (1.8)	..	..
23./8.	9	1–$2^1/_2{}^h$	13	27.7	−0.7	..	..	..	..	..	..	..	2.5 (2.9)	..	..	..	3.5	..	..
	10	$2^3/_4$–4^h	6	27.9	−0.3	..	..	2.2	..	..	4.8	..	1.9 (2.2)	..	..	..	3.3	..	..
	11	3–$4^1/_4{}^h$	5	27.9	−0.5	..	..	2.3	..	..	3.0*	..	2.0 (2.1)	..	..	..	..	..	..
24./8.	15	$9^1/_4$–$9^1/_2{}^h$	3	22.0	..	..	..	1.0	..	..	2.5	..	..	..	..	..	..	..	..
	16	11–$11^1/_2{}^h$	3	25.5	−0.6	..	..	1.6	..	..	2.5	..	1.4	..	..	..	2.2	..	..
	17	$1_1{}^3/_4$–$1^1/_2$	7	26.3	−0.5	..	..	1.4	..	1.7	..	..	1.6	..	..	..	2.8	..	..
	18	$2^1/_2{}^h$	3	26.6	−0.4	..	..	1.8	..	2.0	..	..	1.6	..	..	..	..	..	..
	19	3—4^h	7	26.3	0.0	..	..	1.9	..	2.2	..	..	1.6	..	..	..	..	..	.
1./9.	20	$12^3/_4$–$1^3/_4{}^h$	5	29.8	(−2.2)	..	0.0	1.9	2.2	..	..	..	..	1.0*	..	..	..	..	..
	21	$1^3/_4$–$2^1/_2{}^h$	7	29.9	(−1.9)	..	0.2	2.2	2.3	..	..	..	..	1.8*	..	..	..	..	..
	22	$2^1/_2$–$3^1/_4{}^h$	6	30.1	(−1.9)	0.9	0.2	2.5	2.9	..	..	..	..	1.7*	..	..	..	..	..
2./9.	23	$12^1/_2$–1^h	3	28.3	(−0.6)	..	−0.2[1]	..	..	..	..	+0.1	..	..	..	..	..	..	0.2
	24	1–$1^3/_4{}^h$	6	29.7	(−1.9)	..	−0.1	..	..	..	..	−0.6	..	0.8	..	..	..	..	−0.4
	25	2^h	4	29.6	(−1.7)	..	..	..	..	.	..	−0.6	..	1.3	..	..	..	..	−0.4
3./9.	26	1–2^h	10	26.0	..	..	−0.1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	−0.6	−2.9 ?
	27	2–3^h	5	26.3	..	..	0.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	−0.5	..
	28	3–4^h	7	26.1	..	0.2	0.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7./9.	29	$12^3/_4$–1^h	2	24.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
8./9.	30	$2^1/_4$–$2^3/_4{}^h$	3	22.1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Summa 152

[1]) Im Schatten der Hütte +0.2.

B. Versuche in der Nacht

				im grossen Gehäuse					freihängend					
				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	a''
23.—24. / 8	12	$8^3/_4$–$9^1/_2{}^p$	6	0.3	20.3	0.0	0.2	0.0	0.3	20.2	0.0	..	−0.2	+1.7
	13	$10^1/_2$–$11^1/_4{}^p$	6	0.3	18.8	0.0	0.2	0.0	0.1	19.0	−0.2	..	−0.6	+1.7
	13a	$3^1/_4{}^a$	3	0.4	..	15.7	0.2	0.0	0.3	15.8	−0.1	..	..	+2.1
				k	d	e	f	h						
1./9.	14	$8^3/_4{}^p$	2	24.2	−0.3	−0.4	−0.5	+0.9						+2.0

Digitized by Google

wärmste Tageszeit.

No. des Versuchs	3. Hg. zylindr. Mittel				4. Stations-Thermometer (Fuess Patent)							5. Therm. mit grosser Kugel						6. Schwarze Kugel im Vakuum		Psychrometer-Differenz	
	b_3	e_3	f_3	g_3	b_4	d_4	e_4	f_4	g_4	h_4	i_4	b_5	d_5	e_5	g_5	i_5	j_5	e_6	i_6	a_4	g_4
1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0.3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	.	..	..	..	..	..	1.6	..	..	0.6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	..	..	..	..	..	..	2.2	..	..	1.2	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..
4	..	..	..	..	3.1	..	..	..	3.6	3.1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	7.5
5	..	..	..	..	1.1	..	..	..	2.1	2.1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	6.8
6	..	..	..	..	0.8	..	..	..	1.5	2.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	6.4
7	..	..	..	..	..	..	..	..	0.8	1.4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	5.6
8	..	..	..	..	..	..	..	..	1.5	1.5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	6.3
9	..	..	..	..	..	..	..	..	3.5	1.8	..	4.0	.	..	4.9	..	..	..	..	..	..
10	2.3	..	..	3.8	2.6	..	1.9	..	3.6	2.5	..	3.1	..	2.8	..	..	..	..	..	..	..
11	2.4	..	..	2.2*	..	..	..	..	2.4*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
15	1.3	..	..	2.0	..	..	..	..	2.2	0.5	..	2.0	..	..	2.0	..	..	..	..	..	..
16	1.8	..	..	2.1	..	..	.	..	2.6	..	..	1.6	..	..	1.8	..	..	..	..	6.3	7.4
17	2.1	..	..	2.3	2.1	..	2.0	..	3.0	..	..	3.1	..	2.0	..	..	..	..	..	7.1	8.3
18	2.0	1.8	..	..	..	..	..	1.4	..	..	..	3.1	..	2.4	..	..	..	..	..	..	..
19	2.2	1.9	..	..	..	..	..	2.1	..	1.5	..	3.0	..	2.4	..	..	..	..	..	..	..
20	..	..	..	..	2.4	2.2	2.3	..	..	1.4	..	3.2	2.9	..	..	..	..	..	..	..	..
21	..	..	..	..	2.6	2.5	2.9	..	..	2.6	..	3.6	3.0	..	..	..	..	..	..	..	..
22	2.6	..	2.6	..	2.6	3.3?	3.4	..	..	3.1	..	3.7	2.6	..	..	..	..	..	..	..	..
23	..	..	..	..	0.9	0.6	..	..	..	1.1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
24	1.8	..	1.4 (3.3)	..	2.1	1.9	.	..	..	1.3	..	..	..	..	..	..	−0.4	..	..	..	..
25	2.4	..	2.9 (4.4)	..	2.5	2.7	2.5	..	..	2.1	..	..	..	..	..	..	−0.1	..	..	..	..
26	1.6	..	1.4	..	1.7	1.5	..	..	..	..	−0.4	..	..	..	..	−0.5	..	..	1.0	..	..
27	1.8	..	1.6	..	2.0	1.9	..	..	..	..	0.0	..	..	..	..	−0.6	..	..	1.4	..	..
28	1.3	..	0.9	..	1.3	1.2	..	..	..	0.8	−0.1	..	..	..	..	..	..	..	1.5 (2.3)	..	..
29	..	..	..	..	1.4	..	1.4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2.4	..	..	..
30	..	..	..	..	1.8	..	2.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	3.4	..	..	..

Vergleichen wir zunächst die frei der Sonne exponirten Thermometer, so finden wir aus den jeweils gleichzeitigen Beobachtungen, dass, wenn man den Strahlungsfehler bei den kleinen Quecksilber-Stabthermometern (b_2) = 1 setzt, derselbe beträgt: *)

bei	b_1	b_3	b_4	b_5
	1.11	1.26	1.31	1.70°

Die feinen Quecksilber-Stabthermometer wurden also von der direkten Sonnenstrahlung am wenigsten beeinflusst, die Alkohol-Thermometer indessen nur wenig stärker, und bedeutend weniger als die grösseren Quecksilber-Thermometer.

Vergleichen wir dagegen die mit Thermometern derselben Art unter verschiedenen Beschirmungen gewonnenen Ablesungen, so erhalten wir, wenn wir stets die gleichzeitigen Abweichungen der gleichen

*) Am 22. August 1886 ergaben 12 Vergleiche im Garten Schulweg 4 zwischen 9^a und $1^1/_4{}^p$ die analogen Werthe:

	b_2	b_3	b_5
Abweichungen von der Luft-Temperatur	1.6°	1.8°	3.2°
Relativwerthe	1.0	1.1	2.0

Digitized by Google

unbeschirmten Thermometer (b) von der Lufttemperatur = 1 setzen, folgende Relativzahlen für diese Abweichungen resp. Strahlungsfehler:

1. Alkohol-			2. Hg Stab-	3. Hg Cylinder-		4. Hg Stations-			5. Hg grosses Thermometer		
d_1	e_1	g_1	g_2	f_3	g_3	d_4	e_4	g_4	d_5	e_5	g_5
1.12	1.16	1.80	1.60	0.94	1.25	0.98	1.09	1.42	0.81	0.78	1.15

Im grossen Gehäuse (g) zeigten also alle Thermometer sich durch die Strahlung stärker von der wirklichen Temperatur der umgebenden Luft abgelenkt, als wenn sie daneben (auf dessen Luvseite) frei derselben Sonnenstrahlung ausgesetzt waren. Das grosse Gehäuse vermehrt also die Strahlungsfehler aller Thermometer, am wenigsten diejenigen grosser Quecksilber-Thermometer. Die kleinen Gehäuse d und e erniedrigten hingegen den Strahlungsfehler bei den grossen Quecksilber-Thermometern in sehr ausgesprochener Weise, während sie ihn bei den Stations-Thermometern fast unverändert liessen; einen etwas grösseren, aber immer noch sehr geringen Vortheil scheint bei Thermometern dieser Art das doppelwandige kleine Gehäuse zu bieten, wenn es unten ganz offen ist und das Thermometergefäss in der Ebene des untern Randes liegt. Dagegen wirken auf das Alkohol-Thermometer alle Gehäuse in dem Sinne, dass sie die Strahlungsfehler verstärken.

Dieses Verhalten der Alkohol-Thermometer dürfte auf die grössere Absorption der dunklen Wärmestrahlen gegenüber den stärker brechbaren zurückzuführen sein, in Folge deren ein Schirm, welcher die leuchtenden Wärmestrahlen nur theilweise zurückwirft, theilweise aber in dunkle verwandelt, die Luftzirkulation aber unter allen Umständen schwächt, hier viel ungünstiger wirken muss, als beim Quecksilber-Thermometer.

Zur weiteren Zergliederung der gewonnenen Resultate müssen wir einige wenige theoretische Betrachtungen hier einschieben. Der stationäre Temperaturzustand, welchen das Thermometer annimmt, wenn es, wie in der Luft stets der Fall, sowohl durch Konvektion und Leitung mit der es umgebenden Luft seine Temperatur auszugleichen strebt, als durch Strahlung Wärme zugeführt erhält und solche ausgiebt, lässt sich, da der erstere Wärmeaustausch der Temperatur-Differenz zwischen dem Thermometer und der es umspülenden Luft proportional ist, ausdrücken durch den Bruch:

$$t - t_a = \frac{w - w'}{k},$$

worin t die Temperatur des Thermometers und t_a jene der dasselbe umgebenden Luft ist, w die in der Zeiteinheit durch Strahlung zugeführte, w' die in derselben ausgestrahlte Wärmemenge, endlich k die Konstante ist, welche die in der Zeiteinheit bei einem Temperatur-Unterschied von $t - t_a = 1°$ durch Leitung und Massenbewegung zwischen dem Thermometer und der Luft ausgetauschte Wärmemenge bedeutet, also namentlich mit der Stärke der Ventilation wächst. Wir sehen hieraus, dass die Grösse $t - t_a$, welche wir, um einen einfachen Ausdruck für den richtigen Begriff zu haben, mit der Bezeichnung „Strahlungsfehler" belegt haben, sehr wohl wachsen kann, auch wenn der die Strahlung ausdrückende Zähler des Bruches verringert wird; im Falle nämlich gleichzeitig, wie es offenbar oft der Fall ist, der Nenner desselben durch die Verringerung der Luftbewegung um die Thermometerkugel in noch höherem Grade verringert wird.*)

Unsere soeben vorgeführten Versuche zeigen nun, dass im Allgemeinen im Bestreben, den Zähler jenes Bruches durch Einführung von Schirmen zu verkleinern, der Nenner in demselben oder noch höherem Grade betroffen worden ist, so dass die grossen kostspieligen Gehäuse überraschender Weise den Quotienten, d. i. den Strahlungsfehler, nicht verringern, sondern sogar, verglichen mit der ganz schutzlosen Aufstellung derselben Thermometer, noch vergrössern. Wir haben, soweit es sich um Metallschirme und um Quecksilber-Thermometer mit dünnen Glashüllen handelt, keine Ursache, die in der Sonnenstrahlung gewonnenen Resultate nicht auch auf jede andere Art von Strahlung anzuwenden; nur dass im gewöhnlich zur Auf-

*) Ich sehe hierbei ab von der Abweichung der Temperatur der Luft im Gehäuse von derjenigen in der Umgebung desselben, welche mit diesen Strahlungsfehlern häufig Hand in Hand geht, da die durch Strahlung beeinflusste Temperatur der Gehäusewände sich mehr oder weniger der Luft darin mittheilt. — Da w und w' entgegengesetzten periodischen Schwankungen unterliegen, so ist eine dauernde Verkleinerung des Zählers $w - w'$ im Allgemeinen nur möglich durch Verringerung beider, nicht durch deren Aequilibrirung.

Digitized by Google

stellung solcher Thermometer-Gehäuse angewandten Schatten die Strahlungs-Einflüsse überhaupt so gering sind, dass man sie in den meisten Fällen vernachlässigen darf. Es werden daher in der Regel die jetzt so beliebten Blechgehäuse keine merkliche Verschlechterung der Temperatur-Angaben verursachen; ihnen aber einen Werth als Schutz gegen Strahlung beizumessen, ist nach dem Obigen irrig; sie können nur zum Schutz gegen Regen und Beschädigungen dienen, und nur die allerluftigsten darunter können bei Quecksilber-Thermometern der gewöhnlich zu meteorologischen Beobachtungen verwandten Art auch gegen Strahlung einen, wenn auch nur kleinen Vortheil im Vergleich zur freien Aushängung des Thermometers bieten. Bei den Versuchen 5—6 und 10—11 am 21. and 23. August wurde das grosse Gehäuse bald im geschlossenen Zustande verwendet, bald zwischen den Beobachtungen offen gelassen, wobei die beiden Halbzylindermäntel so übereinander geschoben wurden, dass ihre Mittellinie in der Vertikal-Ebene der Sonne lag, so dass kein Sonnenschein in das Gehäuse fallen, aber von Westen und Osten die Luft frei durchstreichen konnte. Der Temperatur-Ueberschuss über die Luft-Temperatur war im letzteren Fall weit kleiner, als bei geschlossenem Gehäuse, aber dennoch bei dem Stabthermometer noch immer grösser, als in ganz freier Aufhängung daneben, beim Stations-Thermometer dagegen ein wenig kleiner als bei freier Exposition. Selbst im geöffneten Zustande verringert also das grosse Gehäuse die Empfindlichkeit der Thermometer gegen Strahlung im Allgemeinen nicht, trotzdem an der Sonnenseite die Blechwand nunmehr doppelt, mit Luftzwischenraum, ist. Die Ursache für dieses auffallend ungünstige Resultat muss wohl, ausser in der dunklen und rauhen Oberfläche des Gehäuses, in der Grösse desselben gesucht werden, da wie Aitken in einem höchst beachtenswerthen Aufsatz gezeigt hat,*) grosse Körper sich stärker in der Sonne erwärmen, als kleine, und zwar wegen der stärkeren Beeinflussung der daran vorbeistreichenden Luft.

Ueber das Maass dieser Beeinflussung der Luft durch das Gehäuse geben einige Versuche Rechenschaft. Stabthermometer, frei am Draht 0.5 m vom grossen Gehäuse in der Sonne aufgehängt, gaben in Lee davon, je nach der Stärke der Strahlung, 0.1 bis 0.4° höhere Temperaturen, als in Luv. Um ungefähr so viel war also die ganze Luftmasse durch Vorbeistreichen an dem erhitzten Gehäuse erwärmt. Ferner zeigte von zwei kleinen Stabthermometern im grossen Gehäuse, deren eines mit den Kugeln in der Höhe der Stationsthermometer, das andere höher aufgehängt waren, das letztere durchschnittlich 0.2° mehr; da die Strahlung an beiden Stellen ungefähr dieselbe sein musste, ja sogar jene des erhitzten Erdbodens beim oberen Thermometer viel kleiner, ist dieser Umstand der Ansammlung wärmerer Luft oben resp. der Erwärmung der Luft während ihres Aufsteigens im Gehäuse zuzuschreiben.

Dass bei Anbringung eines Bodens an das Gehäuse der Vortheil einer Beschirmung gegen die Strahlung der Erdoberfläche unter den obwaltenden Umständen ganz aufgehoben wurde durch den Nachtheil der Verringerung der Luftbewegung, zeigen die Versuche mit dem neuen doppelwandigen Gehäuse *f*, bei welchem der Boden nach Belieben eingesetzt und herausgenommen werden kann. Obgleich derselbe einen flachen Kegel mit aufwärts gerichteter Spitze darstellt, welcher etwas unter die Seitenwände hinabgeht, so dass er zwar nicht von der Sonne, wohl aber von horizontalem Luftzug getroffen wird und diesen ins Gehäuse empordrängen muss, stieg die Temperatur des Thermometers sofort bei dessen Einsetzung. Während ohne Boden dieses Gehäuse, namentlich wenn das Gefäss des Thermometers bis zur Ebene des unteren Randes hinabgelassen wird, den anderen überlegen ist, werden nach Einsetzung des Bodens die Abweichungen von der Lufttemperatur mehr als $1^1/_2$ mal so gross. Es ist sehr natürlich, dass dieses Resultat je nach der Stärke der Strahlung vom Boden sich modifizirt; bei späteren Versuchen, die nicht über Gras, sondern über Zementfussboden gemacht wurden, der zudem vom Winde nur wenig getroffen wurde, fand sich, dass das Einsetzen eines Bodens den Strahlungsfehler des Thermometers unter diesen Umständen um 0.1 bis 0.3° verringere.

Das nächstliegende praktische Resultat aus den obigen Versuchen ist: Dass zur Verringerung der Strahlungseinflüsse auf Thermometer mit kleinem Gefäss Blechgehäuse, wenn sie gross oder sehr geschlossen sind, schädlich, und wenn sie klein und luftig, immerhin fast unwirksam sind. Es ist wahrscheinlich, dass Holzgehäuse insofern noch ungünstigere Resulte gegeben haben würden, als bei ihnen eine fernere Fehlerquelle durch ihre Trägheit gegen Temperatur-Aenderungen hinzukommt, wie sie die Beobachtungen in der Hütte (*h*) zeigen; ausserdem wird bei ihnen leicht die Luftbewegung noch mehr beeinträchtigt sein. Verringert wird der Strahlungsfehler vorwiegend durch möglichst freie Luftbewegung und durch möglichste

*) Proceed. of the R. Soc. of Edinburgh, Session 1883—84, No. 117, p. 661—696: Thermometer Screens, by John Aitken.

Digitized by Google

Kleinheit der Thermometergefässe. Das kleine, frei dem Winde exponirte Gefäss eines Quecksilber-Thermometers mit dünnen Glaswänden bietet in Bezug auf das Verhältniss der Strahlung zur Leitung so günstige Bedingungen dar, wie sie durch kein dasselbe umgebendes Gehäuse erreicht oder übertroffen werden, solange man nur natürliche Ventilation anwendet. Bei einseitiger Strahlung kann indessen diese ausgeschlossen werden, ohne die Luftbewegung allzusehr zu verringern, und zwar müssen dazu zwischen Strahlungsquelle und Thermometergefäss, in genügender Entfernung vom letzteren, Objekte sich befinden, deren dem Thermometer zugekehrte Seite nicht mehr wesentlich von der Strahlungsquelle beeinflusst wird, oder doch nur in demselben Maasse, wie die Lufttemperatur. Nicht zum Schutz gegen Strahlung, wohl aber zur Verhütung der Benetzung und der Beschädigung der Thermometer empfiehlt sich allerdings eine Schutzvorrichtung, die aber so einfach und luftig wie möglich sein sollte. Wir kommen damit auf die freie Aufstellung im Schatten eines Gebäudes zurück, wie sie vor Einführung der künstlichen Beschirmungen in der Mitte dieses Jahrhunderts üblich war. Allein wenn wir bei solcher Aufstellung von Strahlung nicht viel zu fürchten haben und die Temperatur der die Thermometerkugeln umspülenden Luft innerhalb der gewöhnlichen Genauigkeits-Grenzen genügend erhalten, so ist doch die andere Frage: Ist diese Luft eine gute Probe der betr. Luftschicht in der weiteren Umgebung? nur dann günstig zu beantworten, wenn das Gebäude sehr klein und die natürliche Luftzirkulation sehr lebhaft ist; andernfalls ist die betr. Luft als eine lokal beeinflusste anzusehen, deren tägliche Temperatur-Extreme abgestumpft und namentlich deren Nachmittags-Temperatur deprimirt ist, gegenüber dem Durchschnitt dieser Luftschicht in der Umgebung. Mit dieser Frage werden wir uns weiter unten zu befassen haben.

Dass bei einer Aufstellung im tiefen Schatten, wie diejenige vor dem Beobachtungsfenster der Seewarte, die Thermometer im kleinen Gehäuse vollständig mit jenen im grossen übereinstimmen, haben vergleichende Beobachtungen im Jahre 1882 gezeigt. Vom 21. Juli bis zum 2. September 1882 war das kleine Gehäuse *d* (vgl. oben) neben dem zu den regelmässigen Ablesungen dienenden grossen Gehäuse *g* in dem Jalousie-Verschlag vor dem Beobachtungsfenster der Seewarte angebracht und wurden die Thermometer in beiden mehrmals täglich abgelesen. Das Endergebniss stellt sich, nach Anbringung der Instrumental-Korrektionen, wie folgt (+ bedeutet, dass das Thermometer im kleinen Gehäuse höher stand, — umgekehrt):

		8^a	zwischen 10^a und 1^p	2^p	zwischen 3^p und 6^p	8^p	Mittel aller Beob.
Zahl der Vergleiche	trock. Therm.	35	27	36	18	28	144
	feucht. „	29	26	28	16	23	122
Differenz der Mittelwerthe	trock. Therm.	+ .04	+ .02	.00	— .04	— .03	.00
	feucht. „	+ .04	+ .03	— .03	— .01	+ .01	+ .01
Mittl. Differenz ohne Rücksicht auf die Zeichen	trock. Therm.	.14	.11	.09	.07	.12	.11
	feucht. „	.11	.14	.14	.11	.11	.12

Die Unterschiede liegen fast innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler resp. der Genauigkeit der Instrumental-Korrektionen. Ihr täglicher Gang weist immerhin auf die etwas grössere Trägheit der Thermometer im grossen Gehäuse hin.

c) **Versuche bei heiterem Himmel am 26. und 27. August 1887 zu Berlin.** Bei einer kurzen Anwesenheit am 26.—27. August 1887 in Berlin war mir durch das heitere Wetter und durch das Entgegenkommen meiner dortigen Kollegen Gelegenheit geboten zur gemeinsamen Anstellung einiger Versuche, welche trotz ihrer geringen Zahl wegen einiger interessanter Resultate einen Platz hier beanspruchen dürfen. Die Beobachtungen wurden im Verein theils mit Herrn Dr. Sprung, theils mit Herrn Kiewel ausgeführt.

Die Versuche am 27., welche von $11^h 15$ a.m. bis $1^h 40$ p.m. auf der Beobachtungs-Plattform des Meteor. Instituts auf dem Dache der „alten Bauakademie“ ausgeführt wurden, schlossen sich näher an die oben geschilderten an und bestanden im Vergleichen der Angaben der Thermometer in einem neuen Blechgehäuse*) und in dem Aspirations-Apparat von Dr. Assmann mit solchen, die frei in der Sonne hingen oder geschwungen wurden und einem solchen in einer improvisirten festen Aufstellung im Schatten eines Pfeilers. Das Gehäuse war ähnlich jenem der Seewarte, jedoch unter Ersatz des äusseren Halbzylinders durch zwei be-

*) Die Beschreibung dieses Gehäuses mit Abbildungen und Grundrissen findet man auf S. 16—17 und S. 22 der neuen Instruktion des K. Preuss. Meteor. Instituts. Die Stellung der Schirme war jedoch eine andere, als dort vorgeschrieben, so dass das Gehäuse offener war. Vgl. weiter unten!

Digitized by Google

wegliche Jalousie-Blechschirme und weiss lackirt. Die Kugel des freien Schattenthermometers befand sich ohne weiteren Schutz etwa 6 cm vom zementirten Pfeiler und etwa 10 cm unter dessen oberem Rande. In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerthe der Versuche für jene Kolumnen, von denen nicht alle Ablesungen vorlagen, durch Differenzen gegen verwandte gebildet und in Klammern gestellt.

Temperatur-Beobachtungen auf dem Dache der alten Bauakademie zu Berlin, den 27. August 1887.

	Zeit	(1) Pfeiler-Schatten (Stat.-Therm.)	(2) Therm. des Assm. Apparats aspirirt	(3) Therm. des Assm. Apparats ruhend	(4) Aspir.-Apparats frei i. d. S.	(5) Stations-Thermometer frei in der Sonne	(6) Stations-Thermometer neues Gehäuse	(7) Stations-Thermometer geschleud. in der Sonne	(8) Alkohol-Therm. frei in der Sonne	(9) Alkohol-Therm. neues Gehäuse
No. I.	11h 15	25.9	—	28.1	26.6	—	26.2	—	—	—
	16½	25.6	—	27.8	26.0	—	26.0	—	—	—
	17	25.7	—	27.7	26.3	—	26.0	—	—	—
	17½	25.6	—	27.7	26.1	—	25.9	—	—	—
	18	25.6	—	27.6	26.0	—	25.9	—	—	—
	20	25.4	—	27.3	26.7	—	25.7	—	—	—
	Mittel	25.6	—	27.7	26.3	—	26.0	—	—	—
No. II.	11h 21	25.3	—	27.1	25.4	—	25.5	—	—	—
	21½	25.4	—	27.0	25.6	—	25.6	—	—	—
	23½	25.7	—	26.9	26.1	—	25.7	—	—	—
	25	25.7	—	27.2	26.2	—	25.8	—	—	—
	26	25.6	—	27.3	25.9	—	25.8	—	—	—
	32	25.5	—	27.2	26.8	—	25.8	25.8	—	—
	34	25.7	—	27.1	26.8	—	25.7	25.6	—	—
	Mittel	25.6	—	27.1	26.1	—	25.7	(25.6)	—	—
No. III.	11h 36½	26.1	25.9	—	27.2	—	26.2	26.0	—	—
	39	26.0	—	27.2	26.2	—	26.2	—	—	—
	41	25.9	25.0	—	25.8	—	26.0	25.4	—	—
	Mittel	26.0	(25.5)	(27.2)	26.4	—	26.1	(25.7)	—	—
No. IV.	0h 3	—	—	28.6	26.6	27.5	26.8	—	—	—
	5	—	25.3	—	26.4	—	26 3	26.1	—	—
	42	—	—	29.0	26.9	27.8	27.3	—	—	—
	44	—	26.5	—	27.6	—	27.1	27.1	—	—
	49	—	26.7	—	27.6	—	27.5	27.7	—	—
	56	—	26.7	—	27.6	—	27.5	27.6	—	—
	1h 1	—	—	29.0	27.7	28.4	27.4	—	—	—
	4	—	27.3	—	28.3	—	27.8	—	—	—
	Mittel	—	(26.5)	(29.4)	27.3	(28.1)	27.2	(27.1)	—	—
No. V.	1h 18	27.5	—	29.0	28.3	28.5	27.6	—	27.5	27.6
	20	27.2	—	29.3	28.0	28.3	27.7	—	27.4	27.7
	21	27.3	—	29.4	28.1	28.4	27.6	—	27.4	27.7
	24	26.8	26.5	—	27.5	28.1	27.4	—	27.2	27.6
	Mittel	27.2	(26.9)	(29.1)	28.0	28.3	27.6	—	27.4	27.7
No. VI.	1h 31	27.3	Kapsel übergestülpt		—	28.7	27.8	—	27.7	27.9
	33	27.0	—	31.2	—	28.2	27.6	—	27.4	27.8
	33½	27.3	—	31.0	—	28.2	27.7	—	27.6	27.8
	36½	27.7	28.3	—	—	28.8	27.8	—	27.9	27.9
	39	27.8	28.3	—	—	28.9	28.1	—	28.2	28.1
	Mittel	27.4	(28.1)	(31.5)	—	28.6	27.8	—	27.8	27.9

Digitized by Google

Der Himmel war während dieser Beobachtungen heiter, bis auf isolirte Cirruswölkchen, deren eines während des Versuchs No. II vor die Sonne trat, so dass deren Schein während dieses und z. Th. noch während des folgenden Versuchs nur matt war. Der Wind war sehr schwach.

Die Zahlen der Rubriken (4), (5), (7) und (8) wurden an Thermometern dreierlei Art gewonnen, deren Kugeln ohne jede Beschirmung den Sonnenstrahlen (aber auch dem Luftzuge) ausgesetzt waren; jene der Rubrik (4) beziehen sich auf das eine der beiden feinen — genau gleichen — Thermometer des Aspirations-Psychrometers, welches zu diesem Zweck aus seinem Rohr herausgenommen war. Die Rubriken (2), (3), (6) und (9) beziehen sich auf Thermometer in metallenen Beschirmungen verschiedener Art; die Sonnenstrahlen trafen hier die Beschirmung, aber nicht das Thermometer. Die Rubrik (3) ist dazu bestimmt, uns über den Einfluss zu belehren, welchen ein enges (vernickeltes und polirtes) Metallrohr hat, welches das kleine zylindrische Thermometergefäss umgiebt, so lange keine Aspiration ausgeübt wird; man sieht, dass der Strahlungsfehler in diesem Falle viel grösser ist, als beim freien Thermometer; dagegen sinkt bei künstlicher Aspiration dieser Einfluss, wie Assmann gezeigt hat, beinahe auf Null. Dementsprechend war in den wenigen Versuchen, welche wir an diesem Tage mit Aspiration ausführten, der Stand dieses Instruments noch um durchschnittlich 0.5° niedriger, als jener des unbeschützten Thermometers im Schatten des Pfeilers, dessen Kugel sich nur $^3/_4$ m über der erhitzten Bretterdiele der Plattform befand und von dieser bestrahlt wurde. Ich bedaure, dass der Mangel an Zeit nicht gestattet hat, diese Differenz genauer zu untersuchen. Im Versuch No. VI war über das Rohr des Aspirations-Thermometers die äussere, ebenfalls vernickelte Kapsel desselben gestülpt, wie dies Dr. Assmann für Regenwetter empfiehlt. Bei der herrschenden Neigung, die Thermometer in mehrfache Beschirmungen einzuhüllen, könnte man nämlich glauben, dass diese Beschattung des Rohres den Einfluss der Strahlung verringern werde; aber der Versuch zeigte, dass nun selbst bei Aspiration viel zu hohe Werthe erhalten wurden; zu diesem ungünstigen Resultat wirkt vielleicht der Umstand mit, dass diese äussere Kapsel nach unten erheblich über das Rohr hinausragte, und daher schon erwärmte Luft eingesogen werden konnte.

Setze ich als wahre Temperatur der Luft bei den Versuchen theils die Angaben des aspirirten Thermometers ohne Korrektion, theils jene des Thermometers im Pfeilerschatten mit —0.5° C. Korrektion, so erhalte ich folgende Tabelle, in welcher die Rubriken, ausser durch die obigen Nummern, durch diejenige Rubrik der Hamburger Versuche bezeichnet ist, welche ihr gleich oder sehr nahe ist.

	t_a = wahre Lufttemperatur	Abweichungen von t_a						
Berliner Rubrik		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Hamburger „		—	b_2	b_4	g_4 mod.	—	b_1	g_1 mod.
No. I	25.1	+2.6	+1.2	—	+0.9	—	—	—
„ II	25.1	+2.0	+1.0	—	+0.6	+0.5	—	—
„ III	25.5	(+1.7)	+0.9	—	+0.6	(+0.2)	—	—
„ IV	26.5	(+2.9)	+0.8	(+1.6)	+0.7	(+0.6)	—	—
„ V	26.7	(+2.4)	+1.3	+1.6	+0.9	—	+0.7	+1.0
„ VI	26.9	(+4.6)*)	—	+1.7	+0.9	—	+0.9	+1.0

*) In doppelter Nickelhülse.

Setzen wir, wie früher, die Abweichung des Quecksilber-Thermometers mit kleiner Kugel (b_2) = 1 und ergänzen wir diese Rubrik im Versuch VI durch den wahrscheinlichen Werth +1.2°, so stellen sich die mittleren Werthe für den Strahlungsfehler der übrigen Thermometer resp. Aufstellungen, aus den jeweils gleichzeitigen Beobachtungen berechnet, so:

	(3)	(4) = b_2	(5) = b_4	(6) = g_4	(7)	(8) = b_1	(9) = g_1
in Berlin gefunden	2.32	1.00	1.49	mod. 0.74	0.48	0.64	mod. 0.80
in Hamburg gefunden	—	1.00	1.31	g_4 1.56	—	1.11	g_1 1.89

Die Rubrik b_4, welche an einem Fuess'schen Stationsthermometer ganz derselben Art gewonnen wurde, wie die entsprechende Rubrik der Hamburger Versuche, zeigt, dass auch die in der Rubrik b_2 angewandten Thermometer thatsächlich in beiden Versuchsreihen annähernd dieselben Strahlungsfehler hatten, und dass also die Abweichungen in den übrigen Rubriken an Differenzen in diesen letzteren ihren Grund hatten.

Digitized by Google

Dass der Strahlungsfehler des freien Alkoholthermometers b_1 bei den Berliner Versuchen sich noch viel geringer, und als kaum $^2/_3$ von jenem des Hg-Thermometers mit kleinem Gefässe erwies, mag darin seine Erklärung finden, dass hier nicht, wie bei den Hamburger Instrumenten (vergl. oben), ein Emailstreifen bis auf das Gefäss hinabging; ein solcher Streifen ist sicherlich ein Nachtheil für das Instrument und bei der Anfertigung zu vermeiden. Des Weiteren sehen wir aber auch, dass die Modifikation des grossen Gehäuses (g_4 mod.) eine sehr glückliche ist und der Strahlungsfehler bei derselben, so weit man aus einer so kurzen Versuchsreihe schliessen kann, sogar erheblich unter denjenigen der kleinen Gehäuse *d, e* und *f* herabgedrückt erscheint. Die beiden ganz analogen Thermometer (Klasse 4) in diesem Gehäuse und im Schatten des Pfeilers zeigten fast identische Resultate, die Differenz war im Versuch No. I, V und VI zwar 0.4, aber in No. II und III nur 0.1, um welchen Betrag das Thermometer im sonnbeschienenen Gehäuse höher stand, als das freie im Pfeilerschatten. Dieses immerhin sehr günstige Ergebniss ist wohl vorwiegend dem Umstand zuzuschreiben, dass während der Versuche die verschiebbaren äusseren Schirme nach einer Seite gedreht waren und das Gehäuse auf der Schattenseite in Ausdehnung von fast 90° seines Umkreises ganz offen war sowie dass die weisse Lackirung des (vorher noch nicht benutzten) Gehäuses sehr rein und glatt war.

Die Versuche am 26. August wurden von denselben Personen auf dem Grundstücke des Ballon-Detachements zu Lichterfelde bei Berlin ausgeführt und bezogen sich auf einen Vergleich der vom K. Preuss. Meteor. Institute dort aufgestellten verschiedenen Thermometer-Beschirmungen. Da ähnliche Vergleichungen in grosser Ausdehnung vom Meteor. Institut durchgeführt sind und die Publikation der Resultate bevorsteht, so begnüge ich mich hier mit einer kurzen Anführung der Haupt-Resultate unserer kurzen Versuchsreihe. Ich gebe im folgenden Täfelchen die Angaben des Assmann'schen Aspirations-Thermometers im aspirirten Zustande, und die Abweichungen der übrigen Thermometer von diesem. Während der Versuche war der Sonnenschein ununterbrochen, der Wind schwach, die Hitze drückend.

Die Höhe der Thermometer-Gefässe über dem Boden war bei den Gehäusen die in den betr. Instruktionen vorgeschriebene, bei den übrigen Thermometern ungefähr 1.50 m.

Versuch	Zeit	Aspir.-Thermometer		Kleine Hg-Thermometer (Kl. 2)				Stat.-Th. Fuess (Kl. 4)	
		aspirirt	nicht aspirirt	im Schatten geschleud.	frei in der Sonne geschleud.	frei in der Sonne ruhend	im Steven-son-Screen	in d. franz. Hütte	in d. russ. Hütte
(*a*)	2^h 32	24.3	+3.5	—	+0.7	+2.0	+1.3	+1.1	+1.3
(*b*)	2^h 49	25.2	+3.8	—	+0.3	+2.0	+0 2	0.0	+1.5
(*c*)	3^h 20	25.5	+3.1	—0.6	+0.1	+1.5	0.0	+0.2	+0.6
(*d*)	4^h 11	25.0	+2.7	—	+0.4	+0.7	+0.3	+0.1	+1.3
Mittel		25.0	+3.3	(—0.6)	+0.38	+1.55	+0.45	+0.35	+1.18
Desgl. (*a*) mit halbem Gewicht		25.1	+3.1	—	+0.33	+1.49	+0.33	+0.24	+1.16

Die Rubrik „im Schatten geschleudert" wurde an der Nordostseite des frei stehenden Backsteinthurmes gewonnen, welcher die Pumpe enthält. Die beschränkte Zeit gestattete eine Untersuchung der Frage, ob die Luft daselbst als lokal beeinflusst oder als gute Probe der betr. Schicht aufzufassen sei, nicht mehr, wie denn die Frage, ob die mit dem Aspirations-Thermometer gewonnenen Temperaturen noch einen Strahlungsfehler enthalten, überhaupt nicht in Angriff genommen wurde, da keine Aussicht war, in so kurzer Zeit die Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen von Dr. Assmann wesentlich ergänzen zu können.

In diesen Versuchen haben wir es, ausser mit dem Strahlungsfehler, noch mit einem anderen Element zu thun, welches bei den im vorigen Abschnitt behandelten nur in der Aufstellung *h* merklich war: der Trägheit der betr. Beschirmungen gegen Temperatur-Aenderungen. Während bei der niedriger sinkenden Sonne der Ueberschuss des freien Thermometers und der kleineren und luftigeren Beschirmungen über die Lufttemperatur abnahm, war dies bei der grossen Wild'schen Hütte nicht der Fall: beim letzten Versuch um $4^1/_4{}^h$ zeigte das Thermometer in dieser höher, als das frei in der Sonne aufgehängte, was vorher nicht der Fall war.

Die französische Aufstellung und die englische ergaben ungefähr dasselbe, wie das im Sonnenschein geschleuderte Thermometer; doch würden die Resultate der ersteren wohl noch günstiger gewesen sein,

Digitized by Google

wenn statt der etwas zu massiven Konstruktion das eigentliche Modell von Renou (Parc St. Maur) angewendet worden wäre.

d) **Thermometer-Aufzeichnungen, ausgeführt in Melbourne (Victoria) i. J. 1857 mit Thermometern mit weisser, schwarzer und rother Kugel.**

Durch die Güte des Herrn Direktor Dr. Neumayer bin ich in der Lage, an dieser Stelle einige Resultate von vergleichenden Beobachtungen mitzutheilen, durch welche von seiner Seite schon vor 30 Jahren derselbe Gegenstand verfolgt wurde, mit welchem wir uns im vorherigen Abschnitt beschäftigten, nämlich der Einfluss der Beschaffenheit des Thermometer-Gefässes auf die Angaben des Instruments, bei gleichzeitiger Einwirkung von Strahlung und Konvektion. Diese Aufzeichnungen sind noch nicht veröffentlicht worden.

„Die Beobachtungen wurden in der Zeit vom 13. Februar bis 4. März in Stanley-Street, North Melbourne, nicht weit vom Flagstaff Hill und etwa 40 Fuss über der Meeresfläche angestellt. Die Aufstellung der Instrumente war in einem kleinen Garten auf der Südseite des Hauses von William Schultz gewählt."

„Die Thermometer befanden sich in einem schmalen Holzrähmchen dermaassen eingespannt, dass sie von der Luft vollkommen frei umspült werden konnten; die Einspannung geschah mittelst dünner Drähte. Bei der Beobachtung wurde die Ebene des Rähmchens (und der Thermometer-Axen) stets senkrecht zu den Sonnenstrahlen gerichtet, sobald die Sonne schien, was mittelst einer einfachen Diopter-Vorrichtung bewirkt werden konnte. Die Thermometer waren sämmtlich aus der Werkstätte des älteren Greiner in München; der Durchmesser der Kugeln betrug 7—8 mm. Die Farben wurden sehr dünn auf die Kugeln aufgetragen; es waren Wasserfarben, die mit Gummi arabicum angemacht wurden; roth war Karmin, schwarz Russ, das Weiss hell und intensiv. Die Farben wurden bei allen 3 Thermometern stets erneuert, sobald sie im mindesten schadhaft geworden waren; bei Regen wurde nicht beobachtet und die Instrumente in der Regel unter Dach gebracht."

„Sämmtliche Thermometer waren mit den Normal-Instrumenten des Survey Office, Melbourne, verglichen worden und die Korrektionen angebracht."

„Das Erdthermometer wurde auf den Boden gelegt und die Kugel leicht mit Erde bedeckt. Sämmtliche Angaben der Thermometer sind in Réaumur-Graden."

In den folgenden Tafeln sind die Stände dieser Thermometer in Abweichungen von der Lufttemperatur angegeben, und zwar zunächst von 7 klaren Tagen für 6^h a. m. bis 8^h p. m., sodann von 3 Nächten, und endlich von einem bewölkten Tage.

Versuche mit farbig angestrichenen Thermometern in Melbourne.

Datum	6^a	7^a	8^a	9^a	10^a	11^a	12^a	1^p	2^p	3^p	4^p	5^p	6^p	8^p
A. Lufttemperatur.														
15./2	14.1	15.2	15.5	18.6	19.5	19.6	20.2	20.7	21.0	21.5	21.7	21.7	21.7	19.6
19./2	10.5	11.6	13.0	14.0	16.1	16.2	16.4	17.6	18.0	18.3	18.8	18.1	17.3	14.0
20./2	(11.0)	(13.0)	(14.6)	17.1	19.0	20.6	21.1	21.6	21.9	21.2	20.7	20.2	19.1	17.7
21./2	13.9	16.0	17.9	19.0	20.9	22.8	23.4	23.7	23.8	23.0	23.0	22.4	20.7	17.3
25./2	9.8	11.7	13.6	14.8	17.0	18.8	20.2	(20.5)	21.1	20.9	20.5	19.6	(18.5)	16.4
26./2	11.4	13.2	16.0	19.1	21.1	22.4	22.4	22.7	22.4	22.4	22.7	(22.0)	21.3	18.4
27./2	13.0	15.0	17.9	20.8	21.9	23.1	25.2	25.7	25.5	(25.4)	25.2	24.3	22.3	20.8
Mittel	12.0	13.7	15.5	17.6	19.4	20.5	20.9	21.8	22.0	21.8	21.8	21.2	20.1	17.7
B. Abweichung des weissen Thermometers von der Lufttemperatur an heiteren Tagen.														
15./2	0.2	0.0	0.3	1.4	4.4	2.3	2.8	2.2	2.3	2.5	1.8	0.5*)	0.6*)	0.3*)
19./2	1.8	2.4	2.1	1.9	2.0	1.8	1.9	1.7	1.9	2.2	1.4	0.5	0.6	0.3
20./2	—	2.0	2.3	2.7	2.9	2.5	3.2	4.2	3.1	3.7	1.5	0.6	0.4	0.3
21./2	2.2	2.8	2.4	2.9	2.5	3.2	3.4	3.0	5.1	2.7	2.1	0.6	0.5	0.7
25./2	1.2	2.3	3.3	4.0	4.1	4.9	3.8	—	2.1	2.1	0.7	0.6	(0.6)	0.5
26./2	1.4	1.8	3.0	4.1	5.9	3.6	2.1	2.2	2.2	1.8	1.2	—	0.6	0.4
27./2	1.0	2.0	3.0	2.5	4.0	4.0	2.5	2.4	3.0	(1.9)	0.8	0.7	0.6	0.3
Mittel	1.3	1.9	2.3	2.9	3.7	3.2	2.8	2.7	2.8	2.3	1.2	0.6	0.6	0.4

*) Im Schatten.

Digitized by Google

Datum	6^a	7^a	8^a	9^a	10^a	11^a	12^a	1^p	2^p	3^p	4^p	5^p	6^p	8^p
C. Abweichung des schwarzen Thermometers von der Lufttemperatur.														
15./2	0.3	0.7	1.0	4.6	5.4	3.6	3.8	3.0	3.5	3.7	3 0	0.8*)	0.7*)	0.2*)
19./2	3 4	4.8	4.3	3.4	3.5	2.7	2.8	2.1	2.9	3.5	2.3	0.8	0.7	0.3
20./2	(2.4)	4.9	5.4	4.9	5.0	4.6	5.3	6.4	4.7	2.0	2.8	0.8	0.6	0.3
21./2	4.0	5.6	5.7	6.6	5.4	6.4	6.4	5.2	9.0	4.5	3.3	0.6	0.5	0.7
25./2	2.7	6.2	7.5	7.0	6 9	7.2	5.5	(4.7)	3.9	3.3	0.9	0.7	(0.6)	0.6
26./2	3.5	4.7	6.8	7.9	9.2	5.5	3.1	2.6	3.5	2.5	1.2	(0.9)	0.6	0.3
27./2	2.3	5.9	7.0	5.0	7.1	6.7	4.3	4.3	5.6	(3.3)	1.0	0.7	0.7	0.3
Mittel	2.7	4.7	5.4	5.6	6.1	5.2	4.4	4.0	4.7	3.3	2.1	0.8	0.6	0.4
D. Abweichung des rothen Thermometers von der Lufttemperatur.														
15./2	—	—	—	—	—	—	3.1	2.6	2.3	2.7	2.1	0.5*)	0.4*)	—0.1*)
19./2	1.7	2.4	2.2	2.2	2.0	1.4	2.2	2.1	2.2	2.6	1.7	0.4	0.1	0.3
20./2	(1.3)	2.0	2.4	2.9	3.1	3.1	4.2	6.0	3.6	2.0	1.5	0.4	0.2	0.0
21./2	2.3	2.9	2.9	3.5	3.1	4.2	4.5	4.2	6.5	2.8	2.0	0.4	0.4	0.0
25./2	1.0	2.3	3.7	4.2	4.2	5.2	4.3	(3.1)	1.9	2.0	0.6	0.4	(0.4)	0.3
26./2	1.3	1.9	3.3	4.7	6.1	3.7	2.1	2.2	2.2	1.9	1.3	(0.7)	0.2	0.0
27./2	1.8	2.2	3.3	2.4	4.5	4.6	2.8	3.3	3.0	(1.8)	0.6	0.3	0.2	0.2
Mittel	1.6	2.3	3.0	3.3	3.8	3.7	3.3	3.4	3.1	2.3	1.4	0.4	0.3	0.1

*) Im Schatten.

E. Abweichung des Erd-Thermometers von der Lufttemperatur.														
21./2	1.1	—1.0	0.1	1.9	3.1	4.0	3.8	9.5	9.1	8.0	5.4	5.6	2.4	1.7
25./2	1.4	3.5	4.3	7.1	6.5	7.5	8.0	(9.1)	10.2	9.4	7.6	6.3	(2.6)	2.6
26./2	1.9	2.1	2.3	—1.1?	5.6	6.6	8.0	8.3	8.6	7.6	5.8	(4.2)	2.6	1.6
27./2	1.5	1.8	1.8	2.4	4.4	6.0	4.8	6.3	7.4	(4.1)	4.8	4.0	2.7	0.2
Mittel	1.5	1.6	2.1	2.6	4.9	6.0	6.2	8.3	8.8	7.3	5.9	5.0	2.6	1.5

Wenn der Ueberschuss des schwarzen Thermometers = 100 gesetzt wird, ist jener der 2 andern:

weiss	48	40	43	52	61	62	63	68	59	70	57	75	100	100
roth	59	49	55	46	62	71	75	85	66	70	67	50	50	25

Am 15.—17. Februar wurden die Beobachtungen auch während der Nacht zweistündlich fortgesetzt, mit folgendem Resultat:

Datum	8^p	10^p	12^p	2^a	4^a	6^a
A. Lufttemperatur.						
15. Februar	—	—	12.9	12.8	13.9	14.1
15.—16. „	19.6	16.4	15.6	16.2	16.3	17.4
16.—17. „	—	24.4	22.2	19.4	18.1	16.0
B. Weisses Thermometer.						
15. Februar	—	—	1.1	1.1	0.2	0.2
15.—16. „	0.4	0.3	0.3	0.7	0.7	0.6
16.—17. „	0.6	0.8	—	0.7	0.0	2.0
C. Schwarzes Thermometer.						
15. Februar	—	—	1.1	1.1	0.4	0.3
15.—16. „	0.4	0.2	0.2	0.7	0.7	1.8
16.—17. „	0.6	0.8	—	0.7	0.0	1 8

Digitized by Google

Datum	8^p	10^p	12^p	2^a	4^a	6^a
D. Rothes Thermometer.						
15.—16. Febr.	0.3	—0.1	0.0	0.4	0.4	0.3
16.—17. „	0.5	0.2	—	0.5	—0.1	1.5
F. Bewölkung.						
15. Februar	—	—	1	10	10	10
15.—16. „	1	1	1	1	1	3
16.—17. „	4	6	10	10	10	10

Auffallenderweise blieben also auch während der Nacht die mit Farbe bestrichenen Thermometer höher als die Lufttemperatur, während sonst bei Thermometern, deren Emission und Absorption verstärkt ist, nach Sonnenuntergang das Entgegengesetzte eintritt. Die Bewölkung hatte in diesen drei Nächten anscheinend keinen Einfluss auf das Resultat.

Am 23. Febr., welcher ein bewölkter, aber trockener Tag war, stellten sich die Thermometer wie folgt:

	6^a	7^a	8^a	9^a	10^a	11^a	12^a	1^p	2^p	3^p	4^p	5^p	6^p	8^p
Lufttemp.	13.2	13.4	14.8	16.2	16.3	17.0	17.1	18.2	18.1	18.7	18.1	17.3	16.4	14.8
weiss	0.0	0.4	0.5	—0.4	0.2	0.0	—0.1	0.6	5.7	1.9	0.1	0.6	0.5	0.4
schwarz	0.3	0.5	1.2	0.2	0.9	1.0	0.7	1.3	6.4	3.8	0.7	0.7	0.5	0.4
roth	—0.1	—0.2	0.5	—0.4	0.1	0.0	—0.1	0.6	5.4	2.8	—0.1	0.2	0.1	0.2
Erd-Therm.	2.3	3.1	3.3	2.7	4.2	3.6	2.9	4.3	4.9	5.1	2.9	3.5	2.6	0.8
Bewölkung	9	10	10	10	10	10	10	10	10	4	7	6	6	2

II. Beobachtungen über lokale Temperatur-Unterschiede (einschliesslich der Strahlungs-Einflüsse).

a) **Versuche im Sommer 1885 zu Eimsbüttel.** Die Versuche im J. 1885 stellte ich sämmtlich in dem mein zweistöckiges Wohnhaus in einer Breite von 8—11 m umgebenden kleinen Garten an, der in der Mitte sonnig, am Rande mit einigen hohen Bäumen besetzt ist und theils an andere Gärten, theils an Häuser anstösst, die indessen nur auf der Südseite eine zusammenhängende Reihe — ca. 16 m von meinem Hause abstehend — bilden. An der Nordseite des letzteren schliessen zwei vorspringende Veranden einen 9 m breiten und nur 2 m tiefen Raum ein, welcher von der Sonne nur theilweise am frühen Morgen und späten Abend getroffen wird, und in welchem die Luftzirkulation am Boden durch Büsche etc. gehemmt, die Ausstrahlung zum Zenit aber theilweise frei ist. Ein und dasselbe Schleuder-Thermometer — ein feines Stab-Thermometer von Fuess — wurde nacheinander (1) in ruhiger Lage an einer horizontalen Schnur frei hängend in der Sonne, sodann (2) geschleudert in der Sonne, (3) geschleudert im jüngst entstandenen Schatten an der Nordseite der Hausecke, wo also die umgebenden Objekte und der Boden theils kurz vorher, theils noch jetzt von der Sonne beschienen waren („junger Schatten"), (4) desgleichen an luftigem Platz über Rasen, der aber schon seit mehreren Stunden im Schatten lag („alter Schatten") und endlich (5) im oben beschriebenen Raume an der Nordmauer („Winkel"), $^1/_2$ m von der Hausmauer entfernt. Diese Stelle befindet sich direkt unter demjenigen Fenster, welches ich beim Bezuge der Wohnung für die Anbringung eines Fenster-Thermometers am passendsten gehalten hatte, und die Angaben des letzteren, welches allerdings nur 7 cm von der Fensterscheibe entfernt, mit der Mauerfläche ungefähr in gleicher Flucht, 2 m über dem Erdboden sich befindet, können recht wohl als Beispiel einer leidlich guten Nordfenster-Exposition dienen, weshalb am 27. einige Ablesungen an diesem Thermometer zum Vergleich notirt wurden. Am 14. Juni wurden dagegen einige Ablesungen am Schleuderthermometer im Baumschatten über Gras an der Südseite des Hauses, also unter Rückstrahlung von der sonnbeschienenen Wand, gemacht.

Die letzte Ablesung in jeder Beobachtungsreihe fand etwa 8 Minuten nach der ersten statt, da an jeder Stelle erst durch mehrmalige Ablesung die Ueberzeugung gewonnen werden musste, dass das Thermo-

Digitized by Google

meter eine stationäre Temperatur angenommen habe. An den meisten Tagen wurde zur Beschleunigung sofort die Reihe der Ablesungen in umgekehrter Richtung wiederholt, wobei die Rubrik „ruhig in der Sonne" freilich nur beim Beginn des Doppel-Versuchs ausgefüllt werden konnte. Nach jedem Versuch wurde mindestens 8 Minuten gewartet, damit das Thermometer in der Sonne ruhig hängend stationär werde.

Folgendes sind die gewonnenen Ablesungen; in der letzten Rubrik ist die Reihenfolge, in welcher dieselben erfolgten, durch einen Pfeil angedeutet. Die Höhe über dem Erdboden betrug beim ruhigen Hängen 1.5 m, beim Schleudern durchschnittlich nur 1.3 m.

Datum	Stunde	in der Sonne		Junger Schatten	Alter Schatten	Im Winkel a. d. N.-Seite ½ m v. d. Wd.	Grasplatz a. d. S.-Seite 4m v. d. Wand	Zeitfolge
		ruhend	geschleud.					
14. Juni	3h 30	27.9	27.2	27.0	26.1	25.6	26.6	→
	3 52	28.4	26.7	26.2	25.7	25.7	26.2	→
	4 40	26.7	25.8	25.1	25.0	24.5	24.7	→
	4 55	—	24.7	24.5	24.3	24.0	—	→
	Mittel	(27.0)	26.1	25.7	25.3	25.0	(25.5)	
24. Juni	2h 40	24.5	24.3	23.6	23.1	22.4	—	→
	2 48	24.5	23.7	23.4	22.8	22.4	—	←
	3 6	25.4	24.3	22.9	22.3	22.0	—	→
	3 10	24.5	23.6	22.6	22.1	21.8	—	←
	3 17	25.3	24.4	23.5	22.6	23.2	—	→
	3 24	25.9	24.1	23.5	23.0	23.0	—	←
	3 30	24.5	23.7	22.8	22.5	22.0	—	→
	3 36	26.0	23.5	22.8	22.4	21.8	—	←
	Mittel	25.1	24.0	23.1	22.6	22.3	—	
25. Juni	5h 3	—	28.5	28.3	28.1	27.2	—	→
	5 7	—	28.3	28.0	27.9	27.1	—	←
	5 15	29.2	28.4	28.0	28.0	27.1	—	→
	5 22	—	28.1	27.7	27.6	26.7	—	←
	5 27	29.0	28.3	28.0	27.7	26.7	—	→
	5 34	—	28.2	28.0	27.6	26.7	—	←
	5 44	29.4	28.3	27.9	27.8	26.8	—	→
	5 51	—	27.7	27.6	27.6	26.5	—	←
	Mittel	(29.1)	28.2	27.9	27.8	26.8	—	
							Fenster-Thermom.	
27. Juni	1h 30	—	22.6	22.2	21.5	21.5	—	
	4 7	—	22.5	22.3	22.2	22.1	—	
	4 15	—	22.5	22.1	22.1	22.1	22.0	
	5 20	23.0	22.0	21.4	21.3	21.0	—	
	5 28	—	21.5	21.2	21.3	21.0	—	
	5 33	—	21.4	—	21.0	20.8	20.7	
	6 5	21.8	21.3	21.0	20.7	20.6	20.5	
	Mittel	(22.8)	22.0	(21.6)	21.4	21.3	(21.2)	
1. August	3h 30	27.3	26.4	25.5	25.0	24.5	—	→
	3 40	—	25.8	25.3	24.8	24.5	—	←
	3 50	27.7	26.4	—	25.4	24.9	—	→
	Mittel	(27.3)	26.2	(25.6)	25.1	24.6	—	

Die Mittelwerthe sind in denjenigen Rubriken, wo Beobachtungen ausgefallen sind, durch Differenzen gegen benachbarte gebildet und in Klammern gestellt.

Digitized by Google

Folgendes sind die Differenzen der benachbarten Kolumnen in diesen 5 Beobachtungsreihen; da die Reihenfolge ihrer Werthe stets dieselbe — nach rechts abnehmende — war, so ist die Differenz der weiter abstehenden einfach die Summe der betreffenden Einzel-Differenzen.

Datum	ruhend i. d. Sonne	geschleudert			Ueberschuss über die Temp. im „alten Schatten“	
		Sonne	junger Schatten	alter Schatten	Winkel	Sonne ruh.	Sonne gschl.
14. Juni	0.9	0.4	0.4	0.3	1.7	0.8
24. „	1.1	0.9	0.5	0.3	2.5	1.4
25. „	0.9	0.3	0.1	1.0	1.3	0.4
27. „	0.8	0.4	0.2	0.1	1.4	0.6
1. Aug.	1.1	0.6	0.5	0.5	2.2	1.1
Mittel	1.0	0.5	0.3	0.4	1.8	0.8

Die Temperatur, welche das Schleuder-Thermometer im „alten Schatten“ angab, dürfen wir als diejenige ansehen, welche am nächsten der klimatischen „wahren Lufttemperatur“ ist, weil sie unter geringen und ungefähr neutralen Strahlungs-Einflüssen an einem Orte gewonnen wurde, dessen Luft rascher Erneuerung unterlag. Die letzten beiden Spalten geben demnach sehr nahe die Abweichungen der in der Sonne gemessenen Temperatur von der wahren Lufttemperatur, und zeigen, dass durch das Schleudern der Strahlungsfehler für Sonnenstrahlung und Stabthermometer auf weniger als die Hälfte reduzirt wird. Die durchschnittlich auf 0.3° sich belaufende Abweichung der Rubrik „junger Schatten“ stellt den Einfluss der reflektirten und von dem noch oder kurz vorher von der Sonne beschienenen Boden ausgehenden Wärmestrahlen dar; die ungefähr ebenso grosse Abweichung der Rubrik „Winkel“ aber den Einfluss der kalten Mauer, an welcher die Luft relativ stagnirte. Dass der grösste Theil dieses Einflusses der Temperatur der Mauer zuzuschreiben ist, und nicht jener der Beschattung des Erdbodens, dessen Zenit übrigens nur theilweise frei ist, zeigt der Umstand, dass das Thermometer noch bedeutend tiefer sinkt, wenn es, unter denselben Umständen, ruhig in der Nähe der Mauer hängt. Am 29. August 1886 — einem heissen klaren Tage — ergaben zwei Beobachtungen zwischen 1^h und $1^h 10^m$ im freien alten Schatten geschleudert 25.7°, im Winkel $^1/_2$ m von der Mauer geschleudert 25.0°, ebenda in 6 cm Abstand von der Mauer ruhig hängend aber nur 24.1°; gleichzeitig gab in der Sonne ein ebensolches Stabthermometer (in Ruhe) 28.3°; natürlich sind die Instrumental-Korrektionen angebracht. Wie der Strahlungs-Einfluss der Sonne, so dürfte übrigens an diesem Tage auch der Einfluss der kalten Mauer besonders stark gewesen sein, weil die Hitze plötzlich eingetreten war. Allein auch am folgenden Tage stand um $9^3/_4$ Uhr morgens das Thermometer 6 cm von der Wand in Ruhe auf 22.7°, während es wenig weiter davon geschleudert 23.5° und im freien Schatten geschleudert 23.9° ergab. Die relativ geringe Wirkung, welche selbst die volle Sonnenstrahlung auf dasselbe Stabthermometer zeigte, macht es wahrscheinlich, dass von diesem Unterschied ein erheblicher Theil der verschiedenen Entfernung von der Mauer und der Bildung einer durch Leitung abgekühlten Luftschicht in deren unmittelbaren Nähe zuzuschreiben sei. Doch zeigte auch am 4. September, als beide Thermometer möglichst in der gleichen Entfernung von 30 cm von der Mauer gehalten wurden, das ruhig hängende (zwischen $9^1/_4$ und $9^3/_4{}^h$ a. m.) um 0.4° bis 0.7° weniger als das geschleuderte, nämlich 18.7, 19.2 und 19.3° statt 19.3, 19.9 und 20.2°.

Am Abend, wo die Unterschiede viel kleiner sind, habe ich nur sehr wenige Beobachtungen an dieser Stelle ausgeführt. Um $9^1/_2{}^h$ p. m. am 29. August 1886 zeigte das Thermometer sowohl im Schleudern, als im Hängen zwischen 0.0 und 0.2° höher im „Winkel“ als im freien Schatten.*) Dagegen war es am Abend des 25. Juni 1886 auch um 11^h p. m. herum nach 8 Beobachtungen niedriger, als im freien Schatten, nämlich 21.8° gegen 22.1°.

b) Beobachtungen über lokale Temperatur-Differenzen in Karabagh im Sommer 1872. Behufs Verwerthung der vieljährigen Temperatur-Beobachtungen meines Vaters und meiner Schwester zu Karabagh an der Südküste der Krim habe ich im Mai und Juli des Jahres 1872 eine Anzahl vergleichender

*) In 0.4 m Höhe über dem Boden auf einem Strohstuhl frei dem Nachthimmel sank das Thermometer gleichzeitig 0.5° unter die Temperatur des in $1^1/_2$ m geschleuderten.

Digitized by Google

Thermometer-Ablesungen in der nächsten Umgebung des Wohnhauses angestellt. Die erwähnte Beobachtungsreihe war grösstentheils an einem Thermometer gewonnen, das in einem kleinen, kaum 2 cm tiefen und nach vorn nur durch Draht geschlossenen Holzrahmen nur 1 cm von der steinernen NNW-Mauer des Hauses entfernt, angebracht war, zum kleineren Theile an einem Fenster der WSW-Seite desselben Wohnhauses. Im folgenden Täfelchen sind diese Lagen mit *a* und *c* bezeichnet; die Rubrik *b* wurde vor einem Fenster in nächster Nähe des Kästchens *a* an derselben NNW-Wand gewonnen; *d* an einem Thermometer auf der Schattenseite des Eckpfostens einer offenen Veranda an der Ostecke eines anderen Hauses, welche von einer einzeln stehenden Eiche beschattet ist; *e* endlich an einer etwas vorspringenden Stelle des allgemeinen, ziemlich steil nach Südost abfallenden Hanges, an dem beide Häuser liegen, im luftigen Eichenschatten, in einem improvisirten Gehäuse von ca. 35 cm Höhe und 25×25 cm Querschnitt, welches ich aus einem Blechkasten durch vielfaches Durchschneiden und jalousieartiges Abbiegen der Wände hergestellt hatte. Diese letztere Aufstellung hielt ich für die beste und auch im folgenden Täfelchen sind die übrigen Daten in Abweichungen von *e* angegeben; jedenfalls war die Aufstellung die am wenigsten lokal beeinflusste von allen, wenn auch vielleicht die Temperaturen um Mittag durch Strahlung um 2 bis 3 Zehntel erhöht sein können. Alle Thermometer waren in Augenhöhe über dem Boden angebracht.

Tageszeit	$8-10^a$	$10-12^a$	$0-2^p$	$2-4^p$	$4-6^p$	$6-8^p$	$8-10^p$	$10-12^p$	$0-2^a$
a. NNW-Wand	−1.0	−1.6	−2.2	−1.5	−0.7	−0.4	−0.1	+0.2	+0.2
b. Fenster daselbst	−1.7	−2.0	−2.1	−1.2	−0.6	−0.0	+0.5	+0.5	+0.2
c. WSW-Fenster	−0.8	−1.5	−2.1	..	..	−0.1	0.0	+0.1	..
d. Veranda-Pfeiler	−0.4	−0.6	−0.4	0.0	−0.2	−0.2	−0.1	+0.4	0.0
e. Luftiges Blechgehäuse im Baumschatten	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zahl der Beobachtungen	14	14	16	7	11	9	7	7	4

Die Temperatur eines an der Nord- und West-Seite des Hauses, sei es an der Mauer, sei es vor dem Fenster, in beiden Fällen in nur etwa 1 cm von der Wand resp. der Scheibe angebrachten Thermometers in $1^1/_2$ m Höhe ist also in einem sonnigen Klima, wie das der Südküste der Krim, bei hohem Sonnenstande um ca. 2° C. unter derjenigen der Lufttemperatur ausserhalb des Einflusses des Hauses.

c) **Vergleichende Temperatur-Beobachtungen im Zentrum und am Rande von St. Petersburg im Jahre 1873.** Obgleich eine grosse Anzahl meteorologischer Stationen in und bei grossen Städten gelegen ist, gab es bis vor wenigen Jahren noch fast gar keine systematischen Beobachtungen über die Temperatur innerhalb und ausserhalb der Stadt. Freilich war man schon längst auf den erwärmenden Einfluss der Stadt aufmerksam geworden, wie denselben schon z. B. Kämtz in „Repert. f. M." an zwei Beobachtungs-Stationen in Cilli demonstrirte. Allein trotzdem galten zwei Stationen an demselben Ort im Allgemeinen als ein unzweckmässiger Luxus und ging das Streben vorwiegend nach einer gleichförmigen Vertheilung, aber weniger nach einer gleichförmigen Placirung der Stationen im Lande. Erst in neuester Zeit ist die Frage an verschiedenen Stellen systematisch in Angriff genommen, z. B. in Wien, Berlin, Calcutta, London u. s. w.

Auf meine Bitte hat im Jahre 1873 mein Bruder Fr. Th. Köppen an zwei Fenstern seiner im Zentrum von Petersburg — Grosse Morskaja, nahe der Erbsenstrasse — belegenen Wohnung Temperatur-Beobachtungen vorgenommen. In einem viereckigen Jalousie-Blechgehäuse, wie solche damals noch an vielen Stationen des Physikalischen Zentral-Observatoriums in Anwendung waren, zwei Treppen hoch, in einem mässig engen Hofe, waren ein Quecksilber-Thermometer, in $^1/_5$° getheilt, und ein Minimum-Thermometer in $^1/_2$ m Entfernung vor dem einen Doppelfenster angebracht; diese Instrumente waren von Herrn Direktor Wild bereitwilligst leihweise überlassen. Ausserdem wurde gleichzeitig ein frei etwa 4 cm vor der Scheibe eines anderen Fensters angebrachtes Thermometer abgelesen, bis das letztere (nach SSE exponirte) vom 20. April an während eines Theils des Tages von der Sonne getroffen wurde. Die Ablesungen geschahen um 10^h a. m., 5^h p. m. und 10^h p. m., allerdings mit öfteren Auslassungen.

Indem ich diese Ablesungen, nach Anbringung der Instrumental-Korrektionen, mit den gleichzeitigen Aufzeichnungen des Thermographen am Physikalischen Zentral-Observatoriums verglich, erhielt ich folgende Resultate; das letztere liegt am Rande des kontinuirlich bebauten Stadtterrains und hat nach Westen von sich, nach dem Meere zu, nur mehr zerstreut zwischen weiten Höfen und Feldern liegende Gebäude, die

Digitized by Google

jedoch zum Theil grosse Fabriken enthalten; nur der sogenannte „Galeerenhafen“ ist ein ziemlich zusammenhängender Häuserkomplex.

Die Temperatur war im Mittelpunkt der Stadt, mit wenigen Ausnahmen,*) stets **höher**, als am Physikalischen Zentral-Observatorium, und zwar betrug der durchschnittliche Ueberschuss in °C:

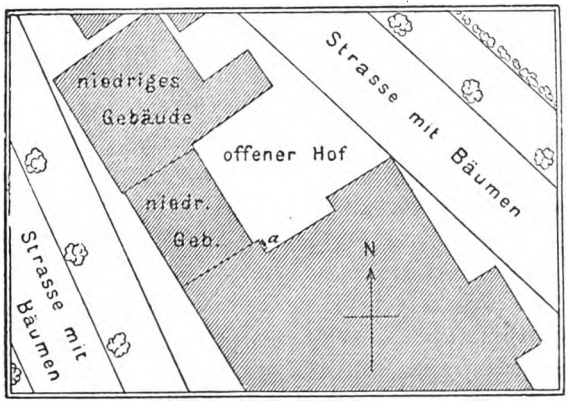
	Thermometer im Gehäuse				freies Thermometer		
	10^a	5^p	10^p	Min.	10^a	5^p	10^p
21.—28. Februar	1.2	0.6	—	0.8	1.3	0.6	—
1.—31. März	1.4	0.8	1.2	1.1	1.9	1.1	1.7
1.—29. April	1.5	1.6	1.4	2.8	2.1	1.8	1.4
1.— 9. Juni	2.1	—	1.8	1.5	—	—	—

Die Thermometer-Angaben einer im Innern der Stadt gelegenen Station, unter nicht ungünstigeren Bedingungen, als sie sich auf vielen durch ihr Alter und die Bearbeitung, die ihren Resultaten zu Theil geworden ist, sehr wichtigen meteorologischen Stationen finden, weichen also im Mittel um mehr als 1 Grad von jenen einer am Rande der Stadt gelegenen Station ab, und zwar nimmt der Unterschied vom Winter zum Sommer zu, so dass in Gegenden mit stärkerer Sonnenstrahlung und schwächerer Luftbewegung der Unterschied noch grösser zu erwarten ist — wie dieses auch die neueren Beobachtungen zu Calcutta erweisen.

Nach den neueren gleichzeitigen Beobachtungen am Physikalischen Zentral-Observatorium und an dem, von einem Stadteinfluss so gut wie ganz freien, Filial-Observatorium in Pawlowsk ist aber die am Physikalischen Zentral-Observatorium gemessene Temperatur im Allgemeinen erheblich höher, als diejenige auf dem freien Lande. Allerdings ist, bei der bedeutenden Entfernung der beiden Stationen, ein Theil des Unterschiedes nicht dem Einfluss der Stadt, sondern der verschiedenen Lage zum Finnischen Meerbusen zuzuschreiben, dessen Wirkung das Physikalische Zentral-Observatorium weit mehr exponirt ist, als Pawlowsk. Da aber das letztere direkt südlich von Petersburg gelegen ist, so sollte es mindestens im Jahresmittel nicht kühler sein als Petersburg, was doch die Beobachtungen thatsächlich ergeben. Im siebenjährigen Mittel 1878—84 ist die Jahres-Temperatur der Station „Petersburg“ 4.1, die der Station „Pawlowsk“ 3.4 (beides Mittel aus 7, 1, 9^h) und beträgt der Ueberschuss der ersteren im Einzelnen während der ersten Jahreshälfte (in welche ja die Vergleiche von 1873 fallen):

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
7^h a. m.	0.6	0.7	0.7	0.4	—0.2	0.1
1^h p. m.	0.3	0.2	0.0	—0.4	—0.7	—0.3
9^h p. m.	0.6	0.7	1.0	1.1	0.8	1.4

Der im Frühling und Sommer abkühlende Einfluss des Meeres streitet in diesen Zahlen mit dem stets, und besonders in der wärmeren Jahreszeit, erwärmenden Einfluss der Stadt, und hat im Mai die Oberhand. Das Zentrum der Stadt scheint im März, wo dieser Einfluss etwa neutral ist, ungefähr 2° C. wärmer zu sein, als die ländliche Umgebung.



d) Vergleichende Temperatur-Beobachtungen in Eimsbüttel und an der Seewarte im Jahre 1878—79.

Um einen Beitrag zum Studium der Lokal-Einflüsse auf die Lufttemperatur zu liefern, habe ich mit Unterstützung von meiner Frau ein Jahr lang die Angaben eines Psychrometers aufgezeichnet, welches vor dem nach NE gerichteten Fenster eines ungeheizten Raumes unserer Wohnung, Eimsbütteler Chaussée 64 II, 10 m über dem Boden, in dem kleinen Blechgehäuse *d* (S. 5) aufgestellt waren, und zwar um 8^a, 2^p und 8^p, jedoch mit vielen Lücken. Die beistehende Skizze veranschaulicht die Lage des Beobachtungspunktes. Die jetzt völlig verbaute Umgebung war

*) Die bedeutendste Differenz —2.2° ist am 22. Februar abends; es war plötzlich SW mit Thauwetter eingetreten, während in der Stadt die kalte Luft noch stagnirte.

Digitized by Google

damals ziemlich frei, das Fenster *a*, vor dem das Thermometer angebracht war, bot nach Norden hin eine freie Aussicht über Gärten, und auch nach Süden waren jenseits der Strasse zwischen den Häusern unbebaute Plätze mit Bäumen. Ueber dem Thermometer erhob sich das Gebäude noch etwa 8 m hoch. Das Thermometer war etwa doppelt so hoch über dem Erdboden, wie die Dächer des angrenzenden und des gegenüberliegenden Gebäudes.

Die der eben beschriebenen sehr ähnliche damalige Aufstellung der Thermometer an der Seewarte auf der Nordseite des Seemannshauses, welche wir im Folgenden mit der obigen vergleichen, findet man in den Jahresberichten der Seewarte beschrieben. Die Bearbeitung geschah in der Weise, dass zuerst die Instrumental-Korrektionen angebracht wurden und diejenigen Ablesungen in Eimsbüttel, welche nicht genau um 8^a, 2^p oder 8^p, aber doch nicht weiter als 1 Stunde von diesen Terminen entfernt, angestellt waren, mittelst des Thermographen der Seewarte auf deren genauen Moment reduzirt wurden; sodann wurden für alle Einzel-Beobachtungen die Differenzen Eimsbüttel—Seemannshaus genommen und zuletzt aus diesen das arithmetische Mittel genommen. Folgendes waren die Ergebnisse in den Mitteln aller Tage:

		8^h a. m.				2^h p. m				8^h p. m.				Tages-mittel		Grösste Abweichung			
		trocken		feucht		trocken		feucht		trocken		feucht							
		Zahl	Mittel	Zahl	Mittel	Zahl	Mittel	Zahl	Mittel	Zahl	Mittel	Zahl	Mittel	trock.	feucht	trocken		feucht	
1878	Septbr.	17	+.14	17	+.10	10	+.19	10	+.01	12	+.04	11	+.06	+.12	+.07	+1.3	−0.9	+2.0	−1.0
	Oktbr.	24	+.03	24	+.04	19	+.08	18	+.18	24	+.02	24	+.09	+.04	+.10	+1.1	−1.3	+1.0	−0.9
	Novbr.	27	+.25	26	+.27	22	+.27	22	+.33	24	+.35	24	+.37	+.29	+.32	+1.7	−1.0	+1.7	−0.5
	Dezbr.	20	+.10	19	+.09	23	+.06	21	+.11	22	+.18	20	+.24	+.11	+.15	+1.7	−0.9	+1.4	−0.8
1879	Januar	20	−.24	17	+.05	23	−.20	21	+.16	18	−.07	16	+.21	−.18	+.14	+1.5	−1.8	+1.3	−1.0
	Februar	20	−.16	14	−.04	24	−.07	18	+.40	21	−.23	10	+.44	−.15	+.26	+0.7	−2.8	+1.3	−0.5
	März	20	+.04	15	+.59	22	−.04	20	+.82	18	+.03	13	+.38	+.01	+.63	+1.8	−1.5	+3.0	−0.4
	April	25	−.16	24	−.05	22	.00	22	+.17	20	−.12	19	+.14	−.09	+.08	+0.8	−1.3	+1.0	−1.0
	Mai	12	−.22	12	−.48	12	+.17	12	−.61	10	−.27	10	−.45	−.10	−.51	+1.2	−1.1	+1.1	−2.0
	Juni	17	−.07	16	−.31	11	−.16	11	−.24	16	+.10	15	−.07	−.03	−.20	+1.2	−1.3	+0.6	−1.1
	Juli	19	+.04	17	−.12	11	−.02	11	−.20	14	+.01	14	+.07	+.02	−.08	+1.6	−0.7	+2.9	−1.2
	August	22	+.07	22	−.03	19	+.28	18	+.12	15	−.28	15	+.16	+.05	+.07	+1.1	−1.5	+2.4	−0.7
Jahres-Mittel		243	−.00	223	+.03	218	+.04	204	+.17	214	+.00	191	+.15						
ohne Februar und März				194	−.01			166	+.06			168	+.12						

In den Mitteln zeigt sich also eine ausserordentliche Uebereinstimmung,*) welche um so augenfälliger wird, wenn wir die Monatsmittel der Temperatur an der Seewarte und auf der Station des Preussischen Meteorologischen Instituts zu Altona vergleichen, welche mitten in der Stadt zwischen Gebäuden, bei dem dortigen Gymnasium (Christianeum) sich befindet. Im Jahrgang 1879 der Beobachtungen des Preussischen Meteorologischen Instituts (1878 ist nicht in der internationalen Form veröffentlicht) zeigten die 2^h p. m.-Temperatur und das Tagesmittel sich um folgenden Betrag am Christianeum höher als an der Seewarte.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.
2^h p. m.	1.4	1.0	1.3	1.3	0.7	−0.4	−0.2	0.1	0.3	1.0	1.5	1.4
Tagesmittel	1.4	1.0	1.1	1.3	1.2	0.2	0.3	0.2	0.7	1.3	2.0	1.5

Selbst die Morgen- und Abend-Ablesung ist vom Oktober bis zum April (und auch im Jahresmittel) am Christianeum höher, als an der Seewarte, obwohl sie dort morgens 2 Stunden früher, abends 2 Stunden später liegt.

Dass in der That auch hier die Stadtluft erheblich wärmer ist als die Landluft, zeigt sich in interessanter Weise an der deutlichen Abhängigkeit der Temperatur-Differenz Eimsbüttel—Seewarte von der Windrichtung. Ersteres liegt am Nordrande, letztere am Südrande des ausgedehnten Häuserkomplexes Hamburg-Altona.

*) Die etwas tiefere Temperatur im Seemannshause am Nachmittag und Abend stimmt zu der, im Vergleich zu „Eimsbüttel", stärkeren Beschattung, welche der westliche Flügel dieses Gebäudes dann der Umgebung der Thermometer ertheilt.

Digitized by Google

Differenzen des trockenen Thermometers bei nördlichen (WNW—ENE) und südlichen (SE—WSW) Winden.
(+ bedeutet: Eimsbüttel wärmer. In Klammern: Zahl der Beobachtungen.)

		8^a			2^p			8^p		
		nördlich	südlich	Diff.	nördlich	südlich	Diff.	nördlich	südlich	Diff.
1878	Septbr.	−0.1 (5)	+0.3 (10)	0.4	+0.1 (5)	+0.6 (3)	0.5	+0.1 (5)	+0.0 (6)	0.1
	Oktober	−0.2 (4)	+0.1 (18)	0.3	−0.0 (3)	+0.1 (13)	0.1	−0.4 (4)	+0.1 (15)	0.5
	Novbr.	0.0 (3)	+0.2 (22)	0.2	+0.4 (3)	+0.3 (14)	−0.1	0.0 (5)	+0.6 (15)	0.6
	Dezbr.	−0.1 (3)	+0.2 (14)	0.3	−0.1 (7)	+0.1 (14)	0.2	−0.3 (4)	+0.4 (13)	0.7
1879	Januar	−0.4 (10)	+0.1 (2)	0.5	−0.3 (10)	0.0 (4)	0.3	−0.1 (13)	+0.2 (1)	0.3
	Februar	−0.3 (8)	0.0 (7)	0.3	0.0 (11)	+0.1 (8)	0.1	−0.4 (10)	+0.1 (6)	0.5
	März	−0.1 (6)	+0.2 (6)	0.3	−0.1 (8)	+0.1 (6)	0.2	0.0 (8)	+0.3 (8)	0.3
	April	−0.3 (11)	+0.1 (7)	0.4	−0.2 (12)	+0.3 (9)	0.5	−0.1 (14)	+0.1 (4)	0.2
	Mai	−0.1 (6)	−0.3 (6)	−0.2	0.0 (5)	+0.2 (4)	0.2	−0.2 (5)	+0.1 (2)	0.3
	Juni	−0.2 (3)	0.0 (12)	0.2	−0.4 (3)	−0.1 (7)	0.3	+0.4 (5)	0.0 (10)	−0.4
	Juli	−0.5 (3)	0.0 (14)	0.5	−0.4 (4)	+0.3 (6)	0.7	+0.2 (5)	−0.1 (5)	−0.3
	August	−0.1 (5)	+0.1 (17)	0.2	+0.2 (6)	+0.4 (12)	0.2	−0.5 (8)	0.0 (5)	0.5
	Jahr			0.3			0.3			0.3

Bei nördlichen Winden ist also Eimsbüttel, bei südlichen die Seewarte kühler. Es sind das die Winde, welche an die betreffende Oertlichkeit frische, unbeeinflusste Landluft bringen. Die Fälle mit E und ESE habe ich ausgelassen, weil diese Winde beiden Stationen Stadtluft resp. Fabrikrauch etc. bringen, also keinen Unterschied erwarten lassen. In der obigen Tabelle liegen die Differenzen mit Ausnahme sehr weniger Monate im erwarteten Sinne. Im Jahresmittel ist die Station auf der Luvseite der Stadt zu allen drei Tageszeiten 0.3° C. kühler, als jene auf deren Leeseite — ein Resultat, welches sich wahrscheinlich auch bei allen anderen Grossstädten herausstellen wird, obwohl es, meines Wissens, noch von keiner anderen nachgewiesen ist.

III. Auszugsweiser Bericht über die Ergebnisse einiger anderen Beobachter auf diesem Gebiete aus den letzten Jahren.

Die grosse Komplizirtheit des Gegenstandes bedingt es, dass die Untersuchungen verschiedener Forscher über denselben nur wenig Zusammenhang unter sich aufweisen. Bei der Armuth an definitiven, allgemein überzeugenden Schlussresultaten seiner Vorgänger geht jeder Forscher mehr oder weniger wieder vom Anfang aus und verfolgt seinen eigenen Gedankengang, so dass eine Verknüpfung der Ergebnisse unter einander sehr schwierig ist. Auch die im Obenstehenden mitgetheilten Thatsachen und Ueberlegungen können nur die Bedeutung weiteren Materiales zur Lösung der Frage beanspruchen. In dem Wunsche jedoch, möglichst zu dieser Lösung beizutragen und die nothwendige Verknüpfung des auf diesem Gebiete bisher Geleisteten vorzubereiten, gebe ich im Folgenden eine Reihe von Auszügen aus Arbeiten neueren Datums, namentlich aus solchen, welche deutschen Lesern nicht so leicht zugänglich sind wie die Zeitschriften der Deutschen und Oesterreichischen Meteorologischen Gesellschaften und die Monatsschrift von Dr. Assmann, „das Wetter“. Um jedoch diesen Bericht nicht allzusehr anschwellen zu lassen, will ich mich in Bezug auf die Frage nach den lokalen Temperatur-Unterschieden mit einem kurzen Hinweis begnügen und nur auf jene nach den Strahlungs-Einflüssen näher eingehen, ohne auch in Bezug auf die letzteren eine erschöpfende Vorführung der umfangreichen Literatur im Entferntesten anstreben zu wollen. Ueber den Temperatur-Unterschied zwischen Stadt und Land hat Hann in den Sitzungs-Berichten der Wiener Akademie, 5. März 1885, und in der Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie 1885, Seite 457, berichtet; ausser den dort angeführten Beobachtungen sind auch noch neuere zu nennen, welche vom Preussischen Meteorologischen Institut in seinen letzten Jahrbüchern mitgetheilt sind, sowie solche, die Prof. Hazen theils selbst angestellt, theils bearbeitet hat und in „Professional Papers of the Signal Service, No. XVIII,“ Seite 4—9, veröffentlicht hat. Alle Ergebnisse stimmen darin überein, dass die Stadt fast stets wärmer als das Land ist; die Untersuchung von Hazen zeigt zugleich, dass dieser Ueberschuss in der kälteren Jahreszeit in den Morgen- und Abendstunden viel grösser ist bei klarem, als bei bedecktem Himmel; auf-

Digitized by Google

fallenderweise bringt er keine Beobachtungen aus der warmen Tages- und Jahreszeit bei. Wie weit dies Resultat von der verschiedenen mittleren Windstärke bei verschiedenen Bewölkungsgraden beeinflusst ist, lässt sich nicht entscheiden.

Wir wenden uns nun zunächst der Reihe von Abhandlungen zu, welche Prof. Aitken in den Schriften der „Royal Society of Edinburgh" veröffentlicht hat. Es sind dies folgende:

John Aitken: Thermometer-Screens. Proceedings of the R. Soc. of Edinburgh. Part I in Session 1883—1884, p. 661—676; P. II ibid. p. 676—696; P. III in Session 1885—1886, p. 632—642; P. IV in Session 1886—1887, p. 53—84, Addition ibid. p. 428—432.

In diesen vier Abhandlungen hat der scharfsinnige schottische Gelehrte die Ueberlegungen und Experimente geschildert, welche er während der Jahre 1883—1887 in der schwierigen Frage des Schutzes der Thermometer vor strahlender Wärme angestellt hat. Dieselben sind so reich an instruktiven Einzelheiten, und die Phasen, welche die Untersuchung während der vier Jahre durchgemacht hat, sind so mannigfaltige, dass das Referiren darüber keine leichte Aufgabe ist. Ich will indessen versuchen, die Hauptpunkte dem Leser vorzuführen.

Durch die ganze Untersuchung ziehen sich, mehr oder weniger zusammenhängend, zwei Richtungen hin, deren eine auf die Zerlegung der Wirkungen, denen ein von Strahlung getroffenes Thermometer unterliegt, in ihre einzelnen Elemente, deren andere auf die Ausfindung eines praktischen Thermometer-Schutzes gerichtet ist. Wir halten die erstere Richtung im gegenwärtigen Stadium der Frage für die besonders wichtige, umsomehr, als in derselben fast Niemand arbeitet; wir wollen uns zunächst diesem Theil der Untersuchungen von Aitken zuwenden.

In dem höchst wichtigen Schluss-Abschnitt des ersten Theiles (Seite 668—676, gelesen am 2. Juni 1884) behandelt Herr Aitken die Temperatur von Körpern verschiedener Grösse. „Nehmen wir an, der Himmel sei mit einer dicken und gleichförmigen Wolkendecke bedeckt, eine frische Briese wehe, und die Temperatur sei seit einiger Zeit konstant gewesen; unter diesen Bedingungen hat die Oberfläche aller Körper in der freien Luft, mögen sie gross oder klein sein, ungefähr dieselbe Temperatur. Nun möge der Himmel aufklaren und heller Sonnenschein eintreten. Das Temperatur-Gleichgewicht ist bald zerstört und die Oberflächen verschiedener Körper nehmen rasch verschiedene Temperaturen an, alle werden dabei mehr oder weniger wärmer als die Luft. Der Grad, bis zu welchem die verschiedenen Körper erwärmt werden, hängt ab von 1) ihrer Exposition gegen die Sonne, 2) ihrer Exposition gegen den Wind, 3) der Absorptions-Fähigkeit ihrer Oberflächen für die Wärme, 4) ihrer Leitungs-Fähigkeit und 5) ihrer Wärmekapazität. Aber ausser diesen Umständen hat, wie ich finde, die Grösse des Körpers, oder vielmehr die Ausdehnung seiner Oberfläche, einen sehr wesentlichen Einfluss. Diese Bemerkungen beziehen sich auf Körper, die sich im Schatten befinden, so gut wie auf jene im Sonnenschein."

Auf diesen Einfluss wurde Herr Aitken zuerst aufmerksam, als er einen engen metallenen Zugkamin aufgestellt hatte, dessen unteres Ende 1 Fuss unter ein hölzernes Schattendach hinabreichte. Wenn er das Thermometer in dieses Rohr hineinzog, zeigte es stets etwa 1° F. höher, als wenn seine Kugel heraushing; wurde der Luftzug im Kamin abgesperrt, so stieg die Differenz auf 2° F. Dass dies nicht die Wirkung der Strahlung oder Leitung vom oberen, besonnten (2 Fuss langen) Theil war, wurde dadurch festgestellt, dass ein Erhitzen dieses Theiles durch eine Flamme im Zimmer die Angaben des Thermometers nicht erhöhte. Da auch die Absorption der blanken Metalloberfläche des Rohres nicht wesentlich grösser sein konnte, als jene des Thermometer-Gefässes, so blieb zur Erklärung jener Differenz nur die verschiedene Grösse beider Körper — Rohr 3 Zoll, Thermometerkugel $^1/_4$ Zoll im Durchmesser — übrig.

„Wenn die Sonne scheint, werden alle Gegenstände, die ihren Strahlen ausgesetzt sind, erwärmt, und strahlen ihrerseits Wärme nach allen Richtungen aus. Alle Oberflächen, auch wenn sie beschattet sind, erhalten also einen grossen Betrag strahlender Wärme; und wenn diese Wärme nicht von der Luft weggetragen würde, so würden die Oberflächen im Schatten nahezu dieselbe Temperatur annehmen, wie jene im Sonnenschein. — Nun gehört nur wenig Ueberlegung dazu, um einzusehen, dass die Luft viel rascher die Wärme fortführen kann von kleinen Oberflächen, als von grossen. Wenn ein Luftstrom in Berührung kommt mit einer heissen Oberfläche, so wird die Luft dort, wo sie die Oberfläche zuerst berührt, schnell erwärmt, und eine Haut oder Schicht warmer Luft wird an dieser Oberfläche gebildet. Ist der Körper klein, so wird diese Schicht schnell fortgeschwemmt und macht sie Platz einer neuen kalten Schicht, welche ihrerseits weitere Wärme entzieht; an einem grossen Körper aber streicht die heisse Lufthaut,

Digitized by Google

welche entsteht, wo der Luftstrom zuerst den Körper trifft, an der Oberfläche vorbei und bildet gewissermaassen eine warme schützende Hülle für alle Theile der Oberfläche, die leewärts von diesem Punkt in geringer Entfernung liegen. Zweifellos wird diese warme Luftschicht an Dicke zunehmen während ihres Streichens über eine grosse Oberfläche, aber dieses Dickenwachsthum wird, nachdem eine sehr kleine Entfernung durchlaufen ist, höchst gering; dieses habe ich in meinen letzten Beobachtungen über Staub festgestellt."

Um die Richtigkeit dieser Betrachtung zu prüfen, stellte Herr Aitken folgendes Experiment an: drei Zinnbüchsen, deren Durchmesser $^1/_2$, 2 und 4 Zoll betrugen, während die Länge übereinstimmend 8 Zoll war, und welche gleichmässig schwarz angestrichen waren, wurden mit je einem Thermometer darin unter dem Schattendach angebracht; daneben wurden ein geschwärztes und ein blankes Thermometer gehängt. Die gleichzeitigen Angaben dieser Thermometer waren in drei Beispiels-Fällen wie folgt:

	blankes Therm.	schw. Therm.	$^1/_2$ zöll. Büchse	2 zöll. Büchse	4 zöll. Büchse
Schatten	67	68	69.5	71.3	74.1° F.
Schatten	71	72	74.2	76	79 „
Sonne	78	80.5	84	89.5	95 „

Die Resultate waren nicht wesentlich anders, ob die Instrumente im freien Felde oder an einem mehr geschützten Platze hingen, und ob die Büchsen mit Luft oder mit einer Flüssigkeit gefüllt waren. Als Herr Aitken ein Thermometer in ein dickes Holzstück so einkittete, dass das Gefäss unmittelbar an der Oberfläche lag, und diese dann schwärzte, stieg dasselbe in der Sonne auf 105° F., während das freie Thermometer mit geschwärzter Kugel nur auf 78° stieg — was Herrn Aitken Veranlassung giebt, jene Kombination als ein billiges Radiations-Thermometer vorzuschlagen. Auch an trüben und sonnenlosen Tagen steht dies Instrument 10—15° F. über der Lufttemperatur.

In diesen Umständen liegt nach dem Verfasser auch die Erklärung dafür, warum der in der Luft schwebende Staub im Brennpunkt einer Linse nicht verbrennt, und kleine Insekten in der grössten Sonnengluth flattern, wenn andere Thiere Schatten suchen; doch können wir den Einwand nicht unterdrücken, dass in diesen beiden Fällen die betr. kleinen Körper von der Luft getragen werden und also der Luftwechsel an ihrer Oberfläche — so weit es sich um Massenbewegung handelt — nicht gross sein kann.

Ein feines Thermometer, dessen Gefäss bei 55 mm Länge nur 2—3 mm Durchmesser hat, zeigte in der Sonne etwa 1° F. höher, als ein beschattetes und künstlich ventilirtes Thermometer, und $^1/_2$° niedriger, als ein daneben hängendes Thermometer „von gewöhnlichen Dimensionen". Wenngleich Aitken glaubt, dass durch weitere Verkleinerung des Gefässes der erstere Unterschied noch weiter verringert werden könne, zieht er aus folgender Betrachtung den Schluss, dass derselbe bei Thermometern der gewöhnlichen Art nie zum Verschwinden gebracht werden könne. Die strahlende Wärme werde nicht nur an der Oberfläche, sondern in der ganzen Dicke des Glases absorbirt, die Wärme der inneren Theile des Glases könne aber nur durch Rückleitung bis zur Oberfläche an die Luft abgegeben werden. Die natürliche Konsequenz dieser Ueberlegung war: die Oberfläche mit etwas zu bedecken, wodurch die strahlende Wärme nicht durchdringen kann und welches dieselbe wenig absorbirt; hierzu bot sich naturgemäss das Silber dar. — Herr Aitken bedeckte daher das Gefäss und einen Theil des Schaftes jenes Thermometers mit einem Niederschlag von Silber aus einer Nitratlösung. Das Ergebniss war ein sehr zufriedenstellendes. Im Zimmer stieg das versilberte Thermometer im Sonnenschein nur um $^1/_2$ bis 1° F. über die Temperatur der Luft, während das gewöhnliche Thermometer daneben 4 bis $4^1/_2$° F. Ueberschuss hatte. Sogar wenn man das gewöhnliche Thermometer beschattete, zeigte es, durch die indirekte Strahlung, höher als das versilberte im Sonnenschein. Natürlich war es indessen auch hierbei sehr schwierig, die wahre Luft-Temperatur festzustellen.

Mit diesem empfindlichen Thermometer traten die fortwährenden Oscillationen sehr deutlich hervor, welchen die Luft-Temperatur unterliegt. In seiner letzten Mittheilung bemerkt Aitken, dass diese schnellen Schwankungen im Winter (im Schatten) fast ganz fehlen, was er der anderen Art der Wärmewirkung der Sonne auf die Luft in dieser Jahreszeit zuschreibt. Wenn die Sonne tief steht, so wird der Boden nur wenig von ihren Strahlen erwärmt, und es findet sich an seiner Oberfläche nicht, wie im Sommer, ein

Digitized by Google

Lager heisser Luft, welches vom Winde entlang getrieben wird und durch seine unvollständige Mischung mit der kühleren Luft darüber zu einer Reihenfolge kalter und warmer Luftmassen Anlass giebt. Die von vertikalen Oberflächen absorbirte Strahlungswärme vertheilt sich über eine viel mächtigere Schicht und wird leichter und vollständiger von der vorbeistreichenden Luft aufgenommen. Ebenso sollen diese Schwankungen auf dem Ben Nevis fehlen. — Aitken glaubt deshalb, dass die kurzen Schwankungen des Thermometers von kalten und warmen Luftmassen, und nicht von Aenderungen in der Strahlung herrühren.*) Doch muss hervorgehoben werden, dass diese Schwankungen bei einem frei in der Sonnenstrahlung hängenden Thermometer nach meinen Beobachtungen bedeutend mehr hervortreten, als bei einem solchen im Schatten; dies kann theilweise davon herrühren, dass in so ziemlich jeder Schattenaufstellung das Thermometer mehr von festen, ihre Temperatur langsam ändernden Körpern beeinflusst wird, als in der Aufhängung an dem zwischen entfernten Objekten ausgespannten Draht in der Sonne; allein ein Theil dieses Unterschiedes dürfte doch jedenfalls dem Umstande zuzuschreiben sein, dass das so empfindliche Gleichgewicht eines bestrahlten Thermometers sowohl von Aenderungen in der Temperatur der umspülenden Luft, als von solchen in der Strahlung und der Windgeschwindigkeit beeinflusst wird.

Die weiteren Versuche Aitkens beschäftigten sich vorwiegend mit der Wirkung der Beschirmungen auf das Thermometer. Wenn das Thermometer am unteren Ende eines als Zugkamin wirkenden, von der Sonne beschienenen eisernen Rohres angebracht wurde, so zeigte es offenbar zu hohe Stände, obwohl dieses Ende äusserlich mit Holz-Jalousien beschattet und innerlich mit mehreren konzentrischen Röhren aus schlechten Wärmeleitern versehen war, durch deren Zwischenräume Luft hindurchstrich. Die Ursache dieser zu hohen Angaben sieht Aitken: 1) in der Wärme, welche vom Gehäuse empfangen, von Rohr zu Rohr weitergestrahlt und von der durchstreichenden Luft nur unvollständig weggenommen wird; und 2) in der Wärmestrahlung durch das offene untere Ende des Mittel-Rohres. Was die letztere betrifft, so fand Aitken (II, S. 632), dass die Einführung kleiner Schirme in das Rohr unterhalb des Thermometers die Angaben in diesem Gehäuse nicht verbesserte; die eintretende Luft schien ebensoviel durch die Schirme erwärmt zu werden, wie die Thermometer-Kugel durch die direkte Strahlung. Den ersteren Einfluss dagegen suchte Aitken durch Anwendung poröser Schirme und einer zentrifugalen Bewegung der Luft aufzuheben (ib. S. 633). Diese Versuche stellte Aitken im Laboratorium an mit Hülfe eines Zugkamins, dessen unterster Theil doppelwandig ist und durch warmes Wasser auf einer hohen Temperatur gehalten werden kann, während im oberen eine Lockflamme die Luft ansaugt. Die Kugel des Thermometers ist von einem inneren Gehäuse umgeben, welches aus mehreren Lagen eines Gewebes besteht; alle Luft, welche in den Zugkamin gesogen wird, tritt zuerst in den Innenraum dieses Gehäuses und passirt durch die Maschen dieser Gewebe in die äussere Umhüllung resp. in den Kamin. Während also bei der ersten Einrichtung die Luft längs den Hüllzylindern dahinstrich, so dass sie an deren oberem Theile schon erwärmt ankam, kann hier die erwärmte Luft nur auf die äusseren Hüllen wirken, da sie durch die Hüllen nach aussen durchgesogen wird. Die Erwärmung des Gewebes ist gering, weil das Volumen des einzelnen Fadens minimal ist. Dieser Apparat gab im Laboratorium sehr gute Resultate: wenn die äussere Metall-Hülle durch Wasserdampf auf 100° gehalten wurde, so genügten, als diese Hülle aus blankem Metallblech bestand, 1 Lage Drahtgeflecht oder 2 Lagen Musslin, um die Angaben des Thermometers bis auf 0.2° der Lufttemperatur zu nähern, während es ohne solchen Schutz 6° über der letzteren stand. Da nun die Erhaltung des Gehäuses in blankem Zustand auf die Dauer nicht möglich ist, so entschloss sich Aitken, den Versuch unter möglichst ungünstigen Verhältnissen anzustellen, und strich die Innenseite der Metall-Hülle schwarz an. Jetzt stellten sich die Differenzen so:

	Zahl der Schichten.							
	0	1	2	4	8	12	16	
Musslin	18.2	7.5	4.0	0.35	—	0.0	—	(Ueberschuss über die Lufttemperatur in Fahrenheit-Graden.)
Eisendraht-Netz	18.7	10.3	7.2	2.7	0.6	0.05	0.00	
Messingdraht-Netz...	18.9	10.6	6.4	2.5	0.4	0.05	0.00	
Baumwolle (Watte?) .	18.6	0.0	—	—	—	—	—	

*) Proceed. 17. Januar 1887, S. 57, äussert Aitken die Ansicht, dass auch die kurzen Schwankungen in den Angaben des Bolometers, welche Langley auf dem Mt. Whitney fand, aus dieser Ursache und nicht aus Schwankungen in der Strahlung zu erklären seien.

Digitized by Google

Diese Resultate erklären nach Aitken auch die schützende Wirkung eines noch so dünnen Gewebes auf die Pflanzen in Frostnächten. Das Gewebe verhindert die Strahlung der Pflanze und kühlt sich selbst nur wenig durch Strahlung ab, weil es beständig Wärme empfängt von der stets wärmeren Luft, die durch seine Maschen hindurch geht.

Was die Strahlung durch das offene Ende des Rohres betrifft, so untersuchte sie Aitken, indem er das Rohr horizontal legte und gegenüber der Oeffnung eine Gasflamme anbrachte. Er fand, dass der Fehler 0.45° F. war, wenn die Ventilation des Rohres durch eine Lockflamme geschah, und nur wenig geringer, nämlich 0.35° F., wenn er einen sehr kräftigen Aspirator anwandte. Die Anbringung jalousieartiger Schirme im Gehäuse gegen diese Strahlung verringerte den Fehler nicht. Erst als er die Einrichtung so traf, dass alle Luft, welche diese Schirme oder die Seiten des Rohres berührt hatte, seitlich abgeführt wurde und das Thermometer nicht berühren konnte, sank der Fehler mit der Lockflamme auf 0.15° und mit dem Aspirator auf etwa 0.05° F.

So befriedigend diese in stiller Luft im Zimmer gewonnenen Resultate waren, so zeigte sich, wie Aitken im 4. Theile seiner Studien (Proc. 17. Januar 1887, S. 61) erklärt, bei der Probe im Freien doch, dass die Bildung von Wirbeln durch den Wind es verhinderte, die an den äusseren Gehäusen erwärmte Luft von den Thermometern auszuschliessen. In seinen Vorschlägen für Thermometer-Gehäuse zu meteorologischen Beobachtungen hat er daher diese Prinzipien verlassen; obwohl er anfangs wenigstens der Anwendung eines Zugkamins und der Anbringung des Thermometers in einem zentralen, unbeeinflussten Theile des vertikalen Luftstromes darin das Wort redete. Seine ersten Vorschläge (Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XII, Tafel VI) gingen dahin, die Thermometer in ein 4 Fuss (1.2 m) langes vertikales Rohr *(Fig. A* und *B)*

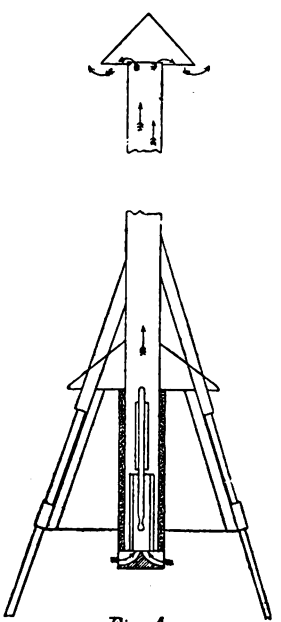


Fig. A.

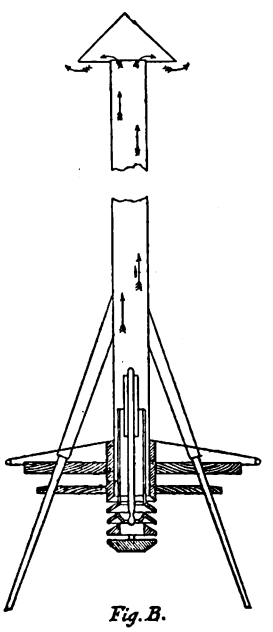


Fig. B.

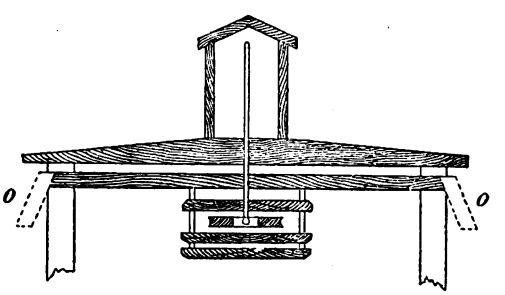


Fig. C.

einzuschliessen, dessen oberer Theil aus Metall besteht und der Sonne ausgesetzt ist, dessen unterer Theil aber aus einem schlechten Wärmeleiter gebildet und durch eine hölzerne äussere Beschirmung beschattet ist. Als solche Beschirmung hat er zuerst einen pyramidalen Brettermantel *(Fig. A)* oder ein Jalousie-Schränkchen vorgeschlagen, wobei dann im Innern des grossen Rohres die Thermometer-Kugel noch durch ein doppeltes Innen-Rohr vor Beeinflussung durch Strahlung oder Konvektion vom Hauptrohr geschützt werden sollte; noch mehr empfahl er einen Schirm von zwei horizontalen Brettern mit Zwischenraum und einem Blech als dritter Lage darüber (vergl. *Fig. B*), durch welchen Schirm Rohr und Thermometer gehen sollten, und als Schutz für die Thermometer-Kugel gegen alle anderweitige Strahlung den Uebergang des unteren Endes des $7^1/_2$ cm weiten Rohres in einem fast ebenso engen ca. 9 cm langen Zylinder von Holz-Jalousien, welcher auch nach unten durch ein Brettchen geschlossen ist. Alle diese Gehäuse sind, nach Aitken, nur zweckmässig für Maximum-Thermometer; für das Temperatur-Minimum müsste die Anordnung

Digitized by Google

umgekehrt werden, und der Zugkamin sich unterhalb des Thermometers befinden, da in der Nacht die Strahlung einen fallenden Luftstrom im Rohr bewirkt.

In seinem letzten Vorschlag (Proc. 17. Januar 1887, Seite 62) verzichtet Aitken auf den Zugkamin und überlässt die Erneuerung der Luft am Thermometer den horizontalen Luftströmungen. Dieses durch *Fig. C* dargestellte Gehäuse hat Aehnlichkeit mit dem von mir vor einigen Jahren empfohlenen (siehe oben, S. 5, *d. e.*), besteht jedoch nicht aus Metall, sondern aus Holz. Wenn die Strahlen der tiefstehenden Sonne nicht bereits durch ferne Gegenstände abgehalten werden — was vortheilhafter ist — so sollen sie durch die schrägen Schirme *o o* verhindert werden, das untere Gehäuse zu treffen; da diese Schirme aber die Luftzirkulation etwas behindern, so meint Aitken, dass das Gehäuse vielleicht zu anderen Tageszeiten ohne sie besser wirken werde. In der ziemlich nach allen Richtungen hin von Bäumen umgebenen Lokalität, wo Aitken seine Versuche anstellte, wurden die Angaben des Thermometers in diesem Gehäuse nicht merklich verändert, wenn auch das ringförmige Holzstück um die Thermometer-Kugel entfernt wurde. Stets zeigte das Gehäuse *C* bei Sonnenschein um 0.2° bis 1.0° C. niedrigere Temperaturen, als die möglichst vergleichbar in der Nähe aufgestellten Stevenson-Gehäuse. Von letzteren waren zwei aufgestellt mit beweglichem Boden, sodass bald das eine, bald das andere ohne Boden beobachtet wurde. Es zeigte sich, dass der Ueberschuss des letzteren über das Gehäuse *C* etwa doppelt so gross war, als jener des ersteren, sodass also in diesen Fällen der Bretterboden des Gehäuses einen ausgesprochen günstigen Einfluss auf die Angaben hatte, trotzdem die Versuche spät im Jahre, vom 15. September bis Ende November, angestellt wurden. Die meisten der Vergleichungen beziehen sich übrigens nur auf die täglichen Maxima nach Extrem-Thermometern; auf die Prüfung der Instrumental-Fehler war grosse Vorsicht verwendet worden. Der Unterschied zwischen den Stevenson'schen Gehäusen mit und ohne Boden zeigte sich nicht nur an klaren, sondern auch an trüben Tagen. Am 25. September war der Himmel ganz bedeckt mit einer dicken Wolkenschicht; dennoch war die Temperatur der Gras-Oberfläche volle 12° F. höher als die der Luft (!?) und der Stand des Thermometers im offenen Gehäuse 0.5° bis 0.6° F. höher als in jenem mit Boden.

Was den Unterschied der Stevenson-Gehäuse gegen das Gehäuse *Fig. C* und gegen das versilberte Thermometer betrifft, so meint Aitken, dass derselbe im Winter nicht selten eben so gross sein dürfte, als im Sommer.*) Die Diathermansie der Luft und also die Intensität der Sonnenstrahlung bei gleich hoher Sonne sei im Winter viel grösser, und ebenso die Ruhe der Luft an geeigneten Tagen eine weit vollständigere. Der Fehler in den Thermometer-Angaben werde jedoch in dieser Jahreszeit wesentlich durch die Bestrahlung der Jalousie-Wände und nur wenig durch Strahlung vom Boden bewirkt.

Gleichzeitig mit den Thermometern in den Gehäusen wurde auch dasjenige mit versilbertem Gefäss abgelesen; seine Angaben waren mit jenen des Thermometers im Gehäuse *C* fast identisch, nur folgte es den Aenderungen der Temperatur rascher. Mit dieser Frage der „Inertia" beschäftigt sich Aitken etwas eingehender auf Seite 54—61 seines vierten Artikels. Das Resultat ist ein wenig erfreuliches, während er in seinem ersten Artikel (Seite 664) noch die Abstumpfung aller raschen Temperatur-Aenderungen durch die Gehäuse als zwar unvermeidlich, aber wenig bedenklich bezeichnet hatte.

Als Mittel zur näheren Bestimmung der wahren Luft-Temperatur und zu Vergleichungen mit den Gehäusen hat Aitken, neben der Verwendung des mehrfach erwähnten Thermometers mit versilberter Kugel auch den kräftigen Luftstrom eines Zentrifugal-Gebläses *(fan apparatus)* und auch vorübergehend das Schleuder-Thermometer *(sling thermometer)***) angewandt. Beim Schleudern eines Thermometerpaares mit gewöhnlicher und mit versilberter Kugel in der Sonne fand er, dass das gewöhnliche Thermometer mindestens 1° F. höher zeigte, als das versilberte; das letztere zeigte dabei nur einen Bruchtheil eines Grades höher, als das aspirirte Thermometer im Schatten; da auch das Letztere wohl etwas über der Lufttemperatur stand, so schätzt Aitken den Fehler des gewöhnlichen Schleuder-Thermometers in der Sonne auf $1^1/_2$—2° F. (also 1° C., wie auch wir ihn oben Seite 26 gefunden haben). Fernere Experimente zeigten, dass das Schleudern in der Sonne minder gute Angaben liefert, als das Aufhängen eines Thermometers im Schatten, selbst wenn der Wind nur leicht ist; höchstens bei ganz stillem Wetter könnte die

*) Proceed. Januar 1887, S. 74—77. Derselbe war im Mittel aller heiteren Tage im Dezember noch +1.4° F. (ib. S. 81).

**) Ueber dem ursprünglichen französischen Namen dieses Instruments — *thermomètre-fronde* — waltet ein gewisser Unstern. Herr Aitken nennt dasselbe (Proc. 1883/84, S. 668, 689) *„Froude"*, und Herr Wild bezeichnete es im Repertorium VI, No. 9, konsequent als *„thermomètre à fronde"*. Das in der Geschichte berühmt gewordene Wort *fronde* bedeutet eine Schleuder.

Digitized by Google

Wirkung des Schleuderns grösser sein, als jene der Beschattung. Zur Kontrolle stellte Aitken den Aspirator so, dass die Sonnenstrahlen direkt auf das Thermometer fielen; trotz des mächtigen Luftstroms stieg es dabei um mehr als 1° F.

Da die Aufsätze von Aitken zwar eine Fülle von interessanten Bemerkungen enthalten, aber die Resultate in Bezug auf die praktischen Bedürfnisse der meteorologischen Stationen noch nicht von ihm in definitiver und übersichtlicher Weise gezogen sind, so verzichten wir auf ein noch ausführlicheres Eingehen auf diesen Theil seiner umfangreichen Arbeiten und wollen nur noch einen Vorschlag von ihm erwähnen, der in neuerer Zeit auch von Anderen gemacht worden ist und mit Recht Beachtung gefunden hat.

Unter der Ueberschrift „Temperatur-Beobachtungen ohne Beschirmung" setzt Aitken am Schluss seines zweiten Aufsatzes (Proceed. 2. Juni 1884) auseinander, dass bei der Unmöglichkeit, die Strahlungs-Einflüsse auszuschliessen, es vielleicht am Weisesten sei, „aus dem Feinde einen Alliirten zu machen" und durch gleichzeitige Beobachtung von Thermometern, deren Strahlungsfehler verschieden sind, die wahre Lufttemperatur auf einem Umwege abzuleiten. Dieser Vorschlag, welcher von Liais zuerst 1851 in den Comptes Rendus (T. 33, p. 207) gemacht worden sein soll, ist bekanntlich Anfangs 1885 von Professor Hazen und darauf von Direktor Wild in ausgiebiger Weise auf Schleuderthermometer angewandt worden, eine Anwendung, welche übrigens, wie schon erwähnt, Aitken in der Form: versilbertes + blankes Schleuderthermometer ebenfalls vorübergehend gemacht hat (Proceed. 1883—84, S. 690). Aitken schlägt vor, zwei Thermometer anzuwenden; deren eines eine gewöhnliche blanke Kugel, das andere aber eine solche hat, deren Strahlungsfehler künstlich auf möglichst genau das Doppelte von jenem der ersten vergrössert ist; es genügt dann, die Differenz beider Thermometer als Korrektion an die Ablesung des blanken anzubringen. Einige Versuche haben ihm ergeben, dass die Deckung der halben Oberfläche der Kugel — in zwei getrennten Sektoren — mit schwarzem Lack diesem Zwecke sehr nahe entspricht. Solche Differential-Thermometer brauchten kein Gehäuse, es genüge, wenn die Sonnenstrahlen abgehalten sind. Der Hauptpunkt sei, dass ihre Aufhängung in möglichst freier Luftzirkulation und nicht in der Nähe irgend einer Oberfläche geschehe, an welcher die Luft vor Erreichung der Thermometer ihre Temperatur ändern könnte. Für eine beständige Aufstellung sollten sie nur mit einem einfachen Schutzdach oberhalb der Thermometer versehen werden — zwei Bretter mit einem Zwischenraum dazwischen seien ganz genügend; die Thermometer sollten mit ihren Kugeln etwas unterhalb dieses Schirmes herausragen, die Skala oberhalb desselben. Auch für nächtliche Beobachtungen wären solche Differential-Thermometer gut, doch dann sollte das Gefäss des Vergleichs-Instruments anders angestrichen sein, weil die Qualität der Strahlung dann eine andere ist. Leider hat Aitken auch diesen Vorschlag der Differential-Thermometer nicht weiter verfolgt.

Eine sehr umsichtig angeordnete Versuchsreihe mit Thermometern von verschiedenem Strahlungsfehler und in verschiedener Aufstellung hat Herr Stow im Jahre 1873 im Quarterly Journal der englischen Meteorologischen Gesellschaft, Band I, S. 151 ff., mitgetheilt (Stow: „On temperature in sun and shade"). Er benutzte gleichzeitig gewöhnliche Thermometer, solche mit grosser Kugel und solche mit geschwärzter Kugel, und stellte sie in viererlei Art auf: A. frei der Sonne exponirt, B. in einem besonders konstruirten Zenit-Stand, nämlich vor den Sonnenstrahlen und gegen den Boden beschirmt, nach oben frei; C. in einem dem Glaisher'schen ähnlichen (s. Quart. J. VIII, S. 233), aber grösseren Stand, und D. in einer Stevenson'schen allseitig partiell geschlossenen Hütte. Die folgende Tabelle giebt, in Celsius-Grade umgerechnet, den Ueberschuss über die Angaben des gewöhnlichen Thermometers in der letzteren Aufstellung. Die Versuche sind sämmtlich bei hohem Sonnenstande, zwischen $10^h\ 30^m$ a. m. und 4^h p. m., angestellt.

	Zahl der Versuche	A. Thermometer dem vollen Sonnenschein exponirt, 4 Fuss über dem Boden			B. Thermometer beschirmt gegen die Sonne aber exponirt gegen den Zenit und den nördl. Himmel			C. Thermometer beschirmt gegen Sonne und $^3/_4$ des Himmels (ähnlich Glaishers-Stand)			D. vollständiger Schatten eines Jalousiegeh. unter einem gröss. Dach	
		gewöhnl.	gross	schwarz	gewöhnl.	gross	schwarz	gewöhnl.	gross	schwarz	gewöhnl.	schwarz
I. Voller Sonnenschein, Zenit klar.....	9	1.90	2.93	5.08	0.28	0.44	0.91	0.69	0.72	1.64	0.00	0.07
II. „ „ , Zenit bedeckt ...	4	2.77	3.94	6.25	0.83	1.16	1.43	0.79	1.38	1.64	0.00	0.04
III. Sonnenschein, aber dunstiger Himmel .	5	2.04	3.27	5.14	0.44	0.74	1.01	0.51	0.89	0.96	0.00	0.01
IV. Himmel fast bedeckt	4	0.32	0.94	1.37	0.63	1.14	1.52	0.32	0.87	0.74	0.00	0.00

Digitized by Google

Völlig übereinstimmend mit den späteren Versuchen von Aitken und von mir zeigte das Thermometer mit grosser Kugel unter dem Einfluss von Strahlung eine Temperatur, die zwischen jener des gewöhnlichen und des Thermometers mit schwarzer Kugel lag. Eine Erklärung dafür wusste Herr Stow nicht zu geben. Dass in dem geschlossenen Gehäuse die Thermometer verschiedener Art nicht mehr wesentlich von einander differiren, ist auch von Hazen, Wild und Ssaweljew gefunden (vgl. unten); nach meinen oben dargestellten Beobachtungen ist es mir aber überraschend, dass alle offenen Thermometer-Aufstellungen, selbst der „Zenit-Stand" B, höhere Temperatur ergeben haben, als die geschlossene Hütte, trotz der besseren Luftzirkulation bei jenen. Doch wird dies Resultat von den eben erschienenen Versuchen zu Strathfield-Turgiss bestätigt (vgl. unten). Da der mitwirkenden Umstände so viele sind, ist es sehr schwierig allgemein maassgebende Resultate in dieser Frage zu gewinnen; weitere Versuche müssen zeigen, welches die speziell wirksamen Faktoren bei dieser Temperatur-Steigerung der Glaisher'schen und anderer offener Beschirmungen sind.

Sehr ähnliche Versuche hat Prof. Hazen angestellt und in den „Signal Service Professional Papers, No. XVIII" S. 22 beschrieben. Doch handelte es sich hier um drei Aufstellungen, welche alle drei in die Kategorie der mässig geschlossenen Hütten gehören; nämlich mit der von Stow 1882 im Quart. Journ. VIII, S. 228 vorgeschlagenen Modifikation des Stevenson-Gehäuses, welche geräumiger als dieses und mit doppeltem Dach und Metall-Jalousien versehen ist, ferner mit der Wild'schen Hütte und mit einer nach Prof. Hazen's Angaben konstruirten Hütte, welche letztere 4 × 3 × 3 Fuss maass, nach allen 4 Seiten mit einfachen (nicht doppelten) Holz-Jalousie-Wänden geschlossen war, deren Latten 30° gegen den Horizont geneigt waren, oben mit doppeltem Dach, unten mit Boden geschlossen. Die ersten Versuchsreihen wurden in Washington auf einem Dach im Herbst 1883, die späteren zu Ft. Myer auf einem Grasplatz im Sommer 1884 angestellt; bei den letzteren wurde jedes der drei Gehäuse in zwei Formen verwendet, nämlich das Stow'sche in einfacher und doppelter Grösse, das Hazen'sche ohne inneres Gehäuse und mit einem solchen aus Holz, das Wild'sche ohne und mit künstlicher Ventilation im Zinkblechgehäuse. Bei den Versuchen in Washington war von diesen nur jeweils die erste Kombination, aber diese mit gewöhnlichem und mit geschwärztem (berusstem) Thermometer in Anwendung. Die Hauptresultate sind, in Mittelwerthen der Abweichung vom Hazen'schen Gehäuse, die folgenden:

Versuche am 10. Oktober 1883 zu Washington	Hazen			Stow			Wild		
	gewöhnlich	schwarz	Differenz	gewöhnlich	schwarz	Differenz	gewöhnlich	schwarz	Differenz
10 Versuche zwischen $12^1/_2$ und $3^1/_4{}^h$ . . .	0.0	0.4	0.44	0.4	0.6	0.18	0.9	1.0	0.14
10 „ „ $3^1/_2$ und 5^h p. m. .	0.0	0.4	0.40	0.3	0.4	0.13	0.6	0.7	0.11

Das Instruktive an diesem Ergebniss scheint mir namentlich darin zu bestehen, dass der „Strahlungsfehler" des Gehäuses in diesen Fällen in einem umgekehrten Verhältnisse stand zu dem Strahlungsfehler, welchem das Thermometer direkt unterlag: in der Wild'schen Hütte, wo das Thermometer namentlich durch das Vorhandensein eines inneren (Blech-)Gehäuses stärker beschirmt war, stieg das gewöhnliche Thermometer fast ebenso hoch, wie das geschwärzte, der Stand beider aber war erheblich höher, als in der stärker ventilirten Hütte von Hazen. An einem extremen Fall habe ich dieses Verhalten oben (S. 13) im Versuch No. 30 illustrirt mit der geschlossenen Bretterhütte. In diesen Fällen dürfte es sich stets um Durchwärmung der in der Hütte resp. dem Blechgehäuse enthaltenen Luft handeln.

Bei den Beobachtungen, welche vom 15. Juli bis zum 4. August zu Ft. Myer stündlich von 6^h a. m. bis 10^h p. m. angestellt wurden, hatten alle äusseren Gehäuse, bis auf Stow 2, eine gleiche Grösse und waren die Thermometer durchweg 12 Fuss über dem Grase aufgestellt. Es war Sorge getragen, dass der Wind möglichst frei und gleichförmig alle 5 Gehäuse bestreichen könne. Um die Wirkung der Temperatur-Aenderungen auszuschliessen, wurden die Ablesungen in doppelter Reihenfolge, vorwärts und zurück gemacht. Die Mittel stellen sich, nach zwei je 10tägigen Zeiträumen getrennt, in Abweichungen von Hazens Hütte ohne innere Beschirmung und in Fahrenheit-Graden ausgedrückt, wie folgt (zur Raumersparniss lassen wir die ungeraden Stunden fort):

Digitized by Google

Hütte:	6ª		8ª		10ª		12ª		2ᵖ		4ᵖ		6ᵖ		8ᵖ		10ᵖ	
Hazen mit innerem Gehäuse	— .2	+.1	— .8	.0	— .7	— .3	—.3	— .4	—.6	—.7	—.4	—.5	—.2	.0	+.2	+.3	+.2	+.3
Stow 1. einf. Gr.	+ .1	—.1	— .7	.0	— .5	+ .1	—.2	+ .1	—.5	—.3	—.4	—.5	—.3	—.1	+.2	+.4	+.2	+.3
Stow 2. dopp.Gr.	— .2	—.1	— .6	—.1	— .4	— .1	—.3	+ .1	—.6	—.2	—.5	—.4	—.6	—.3	+.2	—.2	.0	—.1
Wild ruhig	+1.3	+.4	+1.4	+.8	+1.0	+1.2	+.9	+1.3	+.7	+.8	+.3	+.5	+.4	+.4	+.4	+.3	+.2	+.3
Wild ventil.	.0	+.4	+ .3	+.6	+ .3	+ .7	+.3	+ .9	+.5	+.3	+.1	+.2	.0	+.1	+.3	+.2	+.1	+.3

Durch die künstliche Ventilation (Drehung eines den Boden des Gehäuses bildenden Fächerrades nach Wild's Vorschrift) wurde also die Abweichung der Wild'schen Hütte von den übrigen verringert, aber nicht aufgehoben; das Thermometer stand auch während dieser Ventilation, besonders um die Mittagszeit, höher als in den anderen Gehäusen.

Das praktische Resultat dieser Untersuchung von Prof. Hazen war, dass für die Stationen des Signal-Service die Aufstellung vor dem Fenster aufgegeben und diejenige in einem freistehenden Gehäuse nach einem von Hazen angegebenen Muster angenommen wurde, welches entweder auf einem Grasplatz, oder auf dem Dache des Hauses anzubringen ist. Dasselbe ist würfelförmig, $3^1/_2$ Fuss lang, 3 Fuss weit und 3 Fuss hoch, von zweizölligem Föhrenholz, die Ecken im Querschnitt 11 bis 13 □Zoll stark. Der Boden geschlossen von $^5/_8$zöll. Föhrenholz; das Dach doppelt, vorn 8 Zoll niedriger als hinten, mit sechszölligem Zwischenraum, äussere Bretter $^5/_8$ zöllig, innere $^7/_8$ zöllig. Vorn eine nach abwärts sich öffnende Thür. Die Seiten aus Jalousien von „white pine", $3^1/_2$ Zoll breit, $^1/_4$ Zoll dick, Neigung 45°, Entfernung von Mitte zu Mitte $1^1/_2$ Zoll. Um das Hineinwehen von Wassertropfen zu verhüten, welches erfahrungsgemäss an den Jalousie-Latten entlang geschieht, ist an ihr oberes Ende eine schmale Leiste genagelt, welche nach oben übersteht; es ist dies praktischer, als bei dem Stevenson-Gehäuse, wo eine ebensolche Leiste nach abwärts vorspringt, weil man so einen besseren Schutz gegen Benetzung der Thermometer erhält und das Stagniren erwärmter Luft im Winkel von Latte und Leisten vermeidet. Ein Brett des Bodens soll lose sein und heruntergeschlagen werden können. Im Innern ein Rahmen aus drei 1 × 3zölligen Latten zur Anbringung der Thermometer. Die Innenseite wird einmal, die Aussenseite zweimal (weiss?) angestrichen. Eine Plattform von 25 □Fuss ist zuerst auf dem Dach zu errichten und darauf erst die Hütte, deren Boden 9 Fuss über das Dach zu kommen hat. Im Falle der Aufstellung auf dem Erdboden sollen die Thermometer nicht weniger als 16 Fuss über diesem sich befinden.

Wir gehen nun zu der umfangreichen Diskussion über, welche sich um die Wild'sche Thermometerhütte und einige Varianten derselben in den letzten Jahren abgesponnen hat.

Im Jahre 1878 hatte Hr. Wild im Repert. f. Met., Bd. VI, mitgetheilt, dass bei Anwendung eines Ventilators das Thermometer im Allgemeinen sich um nicht mehr als 0.1° ändere, und hieraus geschlossen, dass seine Hütte die Luftemperatur bis auf 0.1° richtig angebe. Ein Artikel von Hrn. Assmann über das Schleuderpsychrometer im Bande 1884 der Oest. Z. f. Met., S. 154, veranlasste Hrn. Wild im gleichen Bande S. 433 zu einer längeren Entgegnung, ein Aufsatz von Hrn. Hazen im Amer. Met. Journ., Jan. u. Febr. 1885, nebst Auszug in der Oest. Z. f. Met. 1885, S. 90, zu einer zweiten in der letzteren, S. 161. Diese zweite Entgegnung ist übersetzt und von Prof. Hazen mit Anmerkungen versehen im Bande 1885/86 des Amer. Met. Journ., S. 401, erschienen. Da diese Antworten von Prof. Hazen, welche einige Missverständnisse beseitigen, in manchen Punkten interessant und deutschen Lesern kaum bekannt geworden sind, so mögen hier einige derselben Platz finden. Nach Hazen ist der direkte Einfluss der dunklen Wärmestrahlung zwischen dem Thermometer und anderen irdischen Körpern sowie dem Weltenraum sehr überschätzt worden; der Einfluss sei vorwiegend ein mittelbarer. Die von der Sonne beschienenen Theile der Bodenoberfläche (und der Wände etc.) nehmen viel höhere Temperaturen an, als die im Schatten liegenden, besonders wenn diese zugleich nach dem Zenit ausstrahlen können; durch Leitung und Strahlung theilen sich diese Temperaturen auch der angrenzenden Luft theilweise mit, und es giebt deshalb (mindestens) zwei Lufttemperaturen, eine der Luft im Schatten und eine der Luft in der Sonne. Den Passus bei Hazen: „Im Schatten der Hütte ist die Sonnenstrahlung ausgeschlossen, doch macht sich reflektirte Wärme sehr schwach fühlbar, gleichzeitig ist aber die Ausstrahlung in den Raum im Maximum und in Folge davon ist die erhaltene Wärme um 0.44° zu niedrig" findet Hr. Wild im Widerspruch mit der Angabe, dass beim

Digitized by Google

Schleudern im Schatten der Hütte das Thermometer noch um 0.17° sank. Hr. Hazen erklärt jedoch, dass jene 0.44° sich nicht auf eine Erniedrigung des Thermometers unter die Temperatur der dasselbe umspülenden Luft, sondern auf die Abweichung der letzteren von derjenigen der Luft ausserhalb dieses Schattens beziehen; der Schatten war im November etwa 100 Fuss lang und 30 breit, da der Schuppen, welcher ihn warf, keine „kleine Hütte", wie Hr. Wild meint, sondern 26 Fuss hoch und 30 Fuss lang war. Der direkte Einfluss der Ausstrahlung nach dem Weltraum ist nach Hazen schon bei einem frei hängenden Thermometer nahezu Null, um so mehr bei einem geschleuderten — eine Behauptung, in welcher ich ihm beistimmen zu müssen glaube. Um dieses Missverständniss, welches wohl durch eine nicht genügend scharfe Ausdrucksweise des Hrn. Hazen bedingt war, dreht sich ein guter Theil jener Entgegnung des Hrn. Wild; die Entstehung dieses Missverständnisses war natürlich nur möglich, weil Hr. Wild selbst dem direkten Wärmeverlust des Thermometers durch Ausstrahlung nach dem Weltraume eine viel grössere — wohl viel zu grosse — Wirkung zutraut, eine Auffassung, welche, wie wir sehen werden, von Hrn. Ssaweljew auf die Spitze getrieben wird.

Wichtig in dieser Polemik der Jahre 1884—85 war namentlich der von Hazen (wie es scheint unabhängig von Aitken) hereingebrachte Vorschlag der gleichzeitigen Anwendung von Thermometern mit verschiedener Empfindlichkeit gegen Strahlung. Bei den neuen Versuchen, die Hr. Wild im Sommer 1885 ausführen liess, diente dieser Gedanke als leitender Gesichtspunkt. Hazen hatte ein Thermometer, dessen Kugel geschwärzt war, mit einem solchen gewöhnlicher Art (Quecksilber und blanke Glasoberfläche) verbunden und den Faktor, mit welchem deren Differenz multiplizirt werden muss, empirisch zu annähernd 1 bestimmt. Wild hingegen wandte neben dem geschwärzten kein gewöhnliches, sondern ein Thermometer mit vergoldeter Kugel an und suchte das Verhältniss ihrer Absorptionen aus den Melloni'schen Kabinet-Versuchen abzuleiten, indem er den Stoff der Thermometerkugel beim vergoldeten = Gold, beim gewöhnlichen = Glas setzte. Hieraus leitete Hr. Wild ab, dass die wahre Lufttemperatur t_a zu den Angaben des schwarzen und des vergoldeten Thermometers (t_s und t_m) das Verhältniss zeigen müsse $t_a = t_m - 0.15\ (t_s - t_m)$, zu jenen des schwarzen und des blanken Thermometers (t_b) aber das Verhältniss $t_a = t_b - 9\ (t_s - t_b)$, also die Konstante im letzteren Falle 60 mal grösser sei. Diese von Hrn. Wild schon in dem eben besprochenen Aufsatz in der Ö. Z. f. M. gegebene Ableitung der Konstante wiederholt derselbe auch in seiner Abhandlung im Repertorium für Meteorologie X, No. 4, welche die Versuche an 7 klaren Tagen in den Monaten Juni bis September 1885 enthält. Er geht aber auf den grellen Widerspruch, in welchem sie zu den von ihm selbst mitgetheilten Beobachtungsresultaten steht, nicht ein, obwohl er das sonderbare Resultat erhält, dass das blanke Thermometer meistens noch etwas mehr von dem berussten abwich, als selbst das vergoldete. Der Hauptgrund desselben liegt jedenfalls in einer irrigen Auffassung des Verhältnisses zwischen der blanken und der vergoldeten Thermometer-Kugel; wir dürfen die Emission und Absorption weder bei der ersteren gleich jener des Glases, noch bei der letzteren gleich jener des Goldes setzen; denn bei der Diathermansie beider Stoffe und der Dünne der Schichten kommen die Eigenschaften der Unterlage entscheidend in Betracht. Und weil bei der gleichzeitigen Wirkung von Strahlung und Leitung die stationäre Temperatur vom Verhältnisse beider abhängt, so beeinflussen kleine Unterschiede in der Leitungsfähigkeit der Kugelhülle dieselbe ganz bedeutend. Ist die Thermometerkugel, wie bei den feinen Thermometern jetzt gewöhnlich, aus sehr dünnem Glase, so verändert diese dünne Hülle die Strahlung der metallischen Quecksilber-Oberfläche noch sehr wenig und es kann das vergoldete Thermometer, auch wenn nicht zufällig schon durch die Form der Kugel oder eine etwas dickere Glashülle das Verhältniss zwischen Leitung und Strahlung zu Ungunsten der ersteren verschoben ist, durch den Goldüberzug selbst unter Umständen empfindlicher gegen Strahlung gemacht werden; ist dieser nämlich sehr dick, so verringert er die Leitung, ist er sehr dünn, so lässt er gerade die stärker brechbaren Strahlen der Sonne (grün) in erheblichem Maasse durch, und zwar in grösserem, als die dunklen Strahlen seiner erwärmten Unterlage.

Aus diesen Gründen können wir die von Hrn. Wild berechneten „wahren Lufttemperaturen", welche sogar um ½° bis 1° über der Temperatur des von zurückgeworfenen Sonnenstrahlen getroffenen Schleuder-Thermometers liegen, ja am 3. Juli selbst über dessen Temperatur in den direkten Sonnenstrahlen, nicht als solche anerkennen, und beziehen wir darum in der folgenden Uebersicht die vom Verfasser angegebenen Differenzen alle auf das Schleuderthermometer im Schatten der Hütte, dessen Angaben jedenfalls auch noch etwas — nach unseren eigenen Versuchen zu urtheilen etwa um 0.3° — zu hoch sein werden gegen die wirkliche Temperatur der an der Thermometerkugel vorbeistreichenden Luft.

Digitized by Google

	1. Juli 11^a—$12^1/_2{}^p$	1. Juli $2^1/_2{}^p$—$3^1/_2{}^p$	3. Juli p. m.	18. Sept. 11^a—$4^1/_4{}^p$	Mittel 1. u. 3. Juli
„Wahres" t_a nach Wild.....	0.6	0.5	1.0	1.1	0.7
Wild's Hütte ..... ruhend ..	1.0	0.8	0.6	—	0.8
Wild's Hütte ..... ventilirt .	0.7	0.6	0.3	0.3	0.5
Schwarzes Thermometer, Sonne ruhend ..	5.4	4.8	4.0	—	4.7
Schwarzes Thermometer, Sonne rotirt ...	2.4	2.9	2.4	2.3	2.6
Vergoldetes Thermometer, Sonne ruhend ..	2.0	1.3	2.5	—	1.9
Vergoldetes Thermometer, Sonne rotirt ...	0.8	0.8	1.2	1.3	0.9
Blankes Thermom., geschleudert Sonne ...	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9
Blankes Thermom., geschleudert Schatten.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Zum Vergleich stellen wir auch das Ergebniss der unvollständigen Versuche vom 18. September daneben, berechnet unter der Voraussetzung, dass die Angaben des Schleuder-Thermometers in der Sonne auch diesmal 0.9° über den (an diesem Tage nicht beobachteten) Angaben desselben im Schatten lagen.

Wie man sieht, zeigt das Thermometer in der Wild'schen Hütte ohne künstliche Ventilation nahe dieselbe Temperatur, wie sowohl das blanke als das vergoldete Schleuderthermometer in der Sonne zeigen, und steht es also bei intensiver Sonnenstrahlung an stillen Tagen selbst in Petersburg um mindestens 1° zu hoch. Da früher Hr. Wild behauptet hat (Repert. f. Met. VI, 1878), dass seine Hütte allein vermöge ihrer natürlichen Ventilation bis auf 0.1° richtige Lufttemperatur liefere, so liegt in diesem Zugeständniss, sowie in dem Befund, dass der früher von Hrn. Wild vorgeschlagene stärkere Verschluss der Hütte die Temperatur in derselben noch bedeutend steigert, schon ein wesentlicher Schritt zur Verständigung.

Dass der Grund für diese hohen Temperatur-Angaben ganz oder grösstentheils einfach in der „Durchwärmung" der ganzen Hütte und der Luft darin liegt, lehrt schon die wohlbekannte Durchwärmung eines Eisenbahnwaggons im Sonnenschein trotz offener Thüren und Fenster, und auch der Umstand, dass das vergoldete bewegte Thermometer in der Hütte fast ebenso hohe Temperaturen ergab.

Auf den im Obigen besprochenen, als No. 4 im Band X des Repertoriums für Meteorologie erschienenen Aufsatz von Hrn. Wild hat Hr. Hazen kurz in der Met. Zeitschr. 1886, S. 353, und etwas ausführlicher im Amer. Met. Journ. 1886, Juniheft, erwiedert. An ersterem Orte fasst er sein Resultat in die Sätze zusammen:

1) Es ist wesentlich, dass wir als Grundlage für Vergleichungen das t_a unabhängig von allen Beschirmungen erhalten.

2) Die Temperatur, welche das Schleuder-Thermometer im beschränkten Schatten eines Gebäudes von 1 Kubikmeter Grösse zeigt, kann nicht weit von der Wahrheit abweichen. Wenn eine Differenz überhaupt da ist, so sind seine Angaben um Mittag etwas zu hoch.

3) Das blanke und geschwärzte Schleuder-Thermometer giebt annähernd die Lufttemperatur, wenn wir als Konstante in der Formel 0.6 anwenden.

4) Die Suche nach einer stationären Beschirmung mit vollkommener natürlicher Ventilation muss die Hauptaufgabe sein.

In einer Sitzung der „Philosophical Society" von Washington theilte Hr. Hazen das Resultat einiger Versuche im April und Mai 1886 mit. Im Freien im Sonnenschein geschleudert hatten im Durchschnitt dieser 9 Versuche verschiedene Thermometer folgende Differenzen gegen das berusste Thermometer gezeigt, in Celsius-Grade umgesetzt:

	Blank	Dünn-versilbert	Dünn-vergoldet	Silber-plattirt	Gold-plattirt
Temperatur-Differenz	3.7	4.7	3.6	3.9	3.1
Konstante c.....	0.60	0.26	0.67	0.50	0.81

Die zweite Zahlenreihe giebt die Werthe, welche die Konstante in der obigen Formel erhalten muss, wenn ihre Grösse für die Kombination schwarz-blank gleich 0.6 angenommen wird. Man sieht, dass die vergoldeten Thermometer einen grösseren Strahlungsfehler zeigten, als sogar die blanken, während Versilberung sich in der That als vortheilhaft erwies.

Als Fortsetzung seiner Versuche vom J. 1885 hat Hr. Wild auch im Sommer 1886 an heiteren Tagen eine Reihe von Beobachtungen unternommen, unterstützt von Beamten des Observatoriums zu Pawlowsk,

Digitized by Google

und die Ergebnisse ebenfalls in einer Abhandlung im Repertorium für Met. (Bd. X, No. 10) niedergelegt, welche den Titel trägt: „Weitere Versuche über die Bestimmung der wahren Lufttemperatur." Das erste Resultat dieser neuen Versuche war der Verzicht auf die im J. 1885 verwendete Grundlage, nämlich auf die Ableitung der wahren Lufttemperatur aus der Kombination eines berussten und vergoldeten bewegten Thermometers nach der Formel $t_a = t_{gold} - 0.15\ (t_{russ} - t_{gold})$, ein Verzicht, der durch die augenfällig zu hohen Temperaturen begründet wird, welche diese Formel bei starker Wärmezustrahlung ergab; die Ableitung einer richtigeren Formel sei zur Zeit wegen mangelnder experimenteller Feststellung der Konstanten noch unmöglich. Auf die für die Förderung der Frage sehr werthvolle Verwendung verschieden strahlender Thermometerkugeln unter gleichen Verhältnissen hat übrigens Hr. Wild auch in diesen neuen Versuchen keineswegs verzichtet. Vielmehr giebt diese Verwendung, welche gestattet das Vorzeichen und die relative Grösse der Strahlungseinflüsse zu bestimmen, den interessanten weiteren Resultaten der vorliegenden Untersuchung ihren Hauptwerth. Die benutzten schwarzen Thermometer wurden vor jeder Beobachtung frisch berusst, die vergoldeten neu aufpolirt; über die Dimensionen der Kugeln findet sich keine Angabe. Leider fehlt auch eine Angabe darüber, ob die neuen in Gebrauch genommenen Thermometer mit vergoldeter Kugel im Sonnenschein unter gleichen Umständen genau denselben Stand annahmen, wie die alten; da die Resultate von 1886 in manchen Stücken von jenen von 1885 abweichen, und man noch so wenig über die Natur dieser Thermometer weiss, wäre eine solche Vergleichung wünschenswerth.

Folgende Mittelwerthe habe ich aus den Tabellen des Originals theils direkt, theils (so weit sie in Klammern stehen) wegen Lücken durch Differenzen gegen andere Ablesungen abgeleitet. Zur Ergänzung füge ich die analogen Grössen aus den Versuchen vom 25.—30. Juni 1885 hinzu. Unter „Hütte" ist das von Wild bisher empfohlene Holzgehäuse mit Blechbeschirmung darin, unter „neue Hütte" eine noch stärker geschlossene neue Konstruktion verstanden, über welche wir weiter unten sprechen werden. Die in Klammern gesetzten Werthe sind durch Differenzen abgeleitet. Ueber dem Strich sind die Angaben der ohne Gehäuse exponirten Thermometer mit verschiedenem Zustand der Kugel aufgeführt, ruhend und rotirt, unter dem Strich die Angaben gewöhnlicher Thermometer in mehrfachen — Holz- und Blech- — Umhüllungen. Die Rotation, resp. Ventilation dauerte in der Regel nur 1 Minute, nur bei der neuen Hütte sind die nach längerer Ventilation (2—3 Min.) erhaltenen Werthe genommen.

Als Nullpunkt sind die Angaben des vergoldeten Schleuder-Thermometers in Bewegung genommen; denn da in den Versuchen dieses Jahres stets der Stand des vergoldeten Thermometers noch etwas weiter von jenem des berussten abwich, als der des blanken, so ist es klar, dass hier die Angaben des vergoldeten noch unabhängiger von Strahlung, also richtiger gewesen sein müssen, als jene des blanken; bei den Versuchen des Jahres 1885 war dies bekanntlich nicht durchweg der Fall. Aber auch die Wild'sche Hütte verhielt sich bei den neueren Versuchen anders, als bei den alten. Während damals das den Bestimmungen des russischen Beobachtungsnetzes entsprechend aufgestellte Thermometer in derselben auch bei

	Bewegungszustand	Bei Sonnenschein, $11\frac{1}{2}^a$—$4\frac{1}{2}^p$							Nach Sonnen-Untergang					1885, Schatten der Hütte		
		Schatten der Hütte.			Schatten eines Segeltuchs.				Unter dem Segeltuch.			Ganz frei am 21./8.		25.–27. Juni Tags	30. Juni	
		18./8.	21./8.	Mittel	18./8.	21./8.		Mittel	18./8.	24./8.	Mittel				10^a-2^p	2^p-$4\frac{1}{2}^p$
Höhe über Boden:	.....	1.7 m	3.2 m		1.7 m	1.7 m	1.7 m		1.7 m	1.7 m		1.7 m	3.2 m	3.2 m	3.2 m	3.2 m
berusst	ruh.	1.8	1.0	1.4	1.2	—	0.7	(0.9)	−0.8	—	(−0.7)	—	−0.5	1.3	1.6	1.4
	rotirt	0.5	0.3	0.4	0.7	0.4	0.5	0.5	0.0	—	(0.0)	—	−0.2	0.6	0.6	0.6
blank	ruh.	0.7	—	(0.5)	0.5	—	0.3	(0.4)	−0.5	−0.3	−0.4	−0.1	—	—	—	—
	rotirt	0.1	—	(0.1)	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—
vergoldet	ruh.	0.5	0.4	0.4	0.3	—	0.2	0.3	−0.3	−0.1	−0.2	−0.0	−0.2	0.1	0.3	0.2
	rotirt	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hütte	ruh.	0.1	0.5	0.3	0.3	0.7	0.5	0.5	0.1	—	(0.2)	0.2	0.0	0.4	0.6	0.7
	vent.	−0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.3	0.1	0.1	−0.1	0.0	0.0	0.1
Neue Hütte	ruh.	—	—	—	(0.9)	(1.5)		(1.2)	—	—	—	—	—	—	2.6	2.3
	vent.	—	—	—	(0.3)	(0.4)		(0.3)	—	—	—	—	—	—	0.3	0.3

Digitized by Google

Ventilation durchschnittlich 0.5° C. höher zeigte als das Schleuder-Thermometer im Schatten der Hütte, zeigte es am 18./8. 1886 um 0.3° niedriger als das letztere, und 0.1° niedriger als das Schleuder-Thermometer im Schatten eines grossen Segeltuchs. Am 21./8. ergab die Wild'sche Hütte zwar etwas höhere Temperaturen, als die letztgenannte Position, aber im Durchschnitt nur um 0.2°. Ohne künstliche Ventilation ergab die Hütte bei diesen Versuchen am 18./8. etwa dieselbe, am 21./8. eine um 0.6° C. höhere Temperatur, als das Schleuder-Thermometer in ihrem Schatten. Die Behauptung, dass das letztere durch Ausstrahlung nach dem Weltenraum auch um Mittag bei hellem Sonnenschein eine zu niedrige Temperatur zeige, wird denn auch in der vorliegenden Abhandlung nicht mehr erwähnt. In der That zeigen die neuen Versuche des Verfassers mit einem berussten Schleuder-Thermometer im Schatten der Hütte in instruktiver Weise, dass die Summe der Strahlungswirkungen zur Zeit der Versuche entschieden positiv (erhöhend), und nicht negativ war. Erst um $7^h/_4$ p. m., also $^1/_2$ Stunde vor Sonnenuntergang, kehrte sich am 18./8. der Sinn der Strahlungswirkung um (im Schatten des Segeltuchs), wie die folgende Tabelle zeigt.

Zeit	Schleudertherm. im Schatten				Hütte		Grasoberfläche
	Geschwind.	berusst	blank	vergoldet	Geschwind.	Therm.	
4^h 15	0	20.4	19.5	—	0	19.5	23.3
16	5 m	19.8	19.3	—	2 m	19.3	—
7^h 15	0	—	15.9	16.1	0	16.4	13.7
16	5 m	—	15.7	16.0	2 m	16.3	—
17	0	15.4	15.6	16.1	0	16.3	—
18	5 m	16.1	16.0	—	2 m	16.2	—
7^h 35	0	15.0	15.5	—	0	16.0	13.2
36	5 m	15.8	15.7	—	2 m	15.8	—
8^h 5	0	14.5	14.7	14.8	0	15.2	12.6
6	5 m	15.2	15.2	15.2	2 m	15.2	—

Das durchwärmte Holz der Hütte behält zunächst noch die höhere Temperatur, so dass in dieser die Ventilation noch immer eine Abkühlung hervorbringt zur Zeit, wo das Schleuder-Thermometer durch die Bewegung schon steigt. Nach 8^h hat die Hütte durch ihre starke Strahlung ihre Temperatur mit jener der Luft ausgeglichen; später in der Nacht hat Hr. Wild keine Versuche angestellt; nach Hrn. Hazen giebt alsdann das Gehäuse in der Hütte niedrigere Temperaturen, als das Schleuder-Thermometer.

Wir haben oben bei Besprechung der Versuche von 1885 die ausserordentlich ungünstigen Ergebnisse jener mit der neuen Holzhütte übergangen, da auf eine praktische Einführung derselben hiernach Hr. Wild jedenfalls nicht reflektirte. In Verfolgung einer richtigen, von Hrn. Hazen (z. B. a. a. O. 354) angedeuteten Idee „dass die neue Hütte in Folge ihrer grösseren Schliessung den Einfluss der Hütten auf in ihnen aufgestellte Thermometer schärfer hervortreten lasse", hat Hr. Wild 1886 dieselbe zur Untersuchung dieses Einflusses benutzt. Er zieht aus diesen Beobachtungen den Schluss, dass die vorkommenden Abweichungen der Thermometer in der älteren Normalhütte von der wahren Temperatur durchaus nicht von einer Beeinflussung der Luft in derselben herrühren, sondern nur „durch Erwärmung resp. Abkühlung der Blechgehäuse-Wände in Folge der Ausstrahlung derselben nach aussen oder auch gegen die Wände der Holzhütte (bedingt seien), wenn diese in Folge rascherer Temperatur-Aenderungen der Luft mit ihrer trägen Masse hinter derselben zurückbleibt." Diesen Schluss stützt er besonders darauf, dass der Ueberschuss der neuen Hütte bei diesen Versuchen, bei welchen sie auch nach unten durch einen Bretterboden 2 m über dem Boden abgeschlossen war (so dass sie einen vollen nur nach N offenen Schrank mit 3 Doppelwänden und Doppeldach darstellte), geringer sich erwies, als bei den älteren; doch erscheint es zu wenig gesichert, ob die übrigen Umstände am 30./6. 1885 und am 18. resp. 21./8. 86 identisch waren. In diesen Fragen können fast nur gleichzeitige oder mehrmals rasch hinter einander angestellte Beobachtungen sichere Auskunft geben, so weit es gelingt, das bei Verwendung von Hütten die Verwickelung noch sehr erhöhende Moment zu berücksichtigen, das in deren Trägheit gegen Temperatur-Aenderungen liegt. — Am 16. Juli 1886, um

Digitized by Google

2—2¾ʰ p. m., waren die Abweichungen mehrerer Thermometer in der neuen Hütte von dem ventilirten Thermometer in der alten Hütte (welches durch die Ventilation an jenem Tage um durchschnittlich 0.6° C. erniedrigt wurde und immerhin noch 0.3—0.5° C. zu hoch sein dürfte) wie folgt:

Blechgehäuse			frei in Hütte		An der Innenwand anliegend	Am Zuflussrohr, aussen	
	ventilirt						
ruhend	1 Min.	2 Min.	russ	gold		ruh.	vent. 2 Min.
1.4	0.4	0.1	1.0	−0.2	0.6	1.8	0.7

Die beiden letzten Zahlen beziehen sich auf den Stand eines am Zinkrohr, durch welches die Luft ins Gehäuse gesogen wurde, aussen anliegenden Thermometers; dasselbe sank, wie man sieht, um mehr als 1°, wenn der Ventilator in Gang gesetzt wurde. Nehmen wir hinzu, dass nach den im folgenden Referat besprochenen Versuchen von Ssaweljew, welche Wild anhangsweise kurz berührt, in einer derartigen Aufstellung berusste und blanke Thermometer gleichmässig viel zu hoch stehen, so bleibt kein Zweifel, dass die hohe Angabe des Thermometers im Gehäuse einer Durchwärmung der Luft in demselben wirklich entspricht; wenn die geringe Strahlung auf das Rohr und Gehäuse so bedeutend wirkt, so ist schwer zu verstehen, wie die volle Sonnenstrahlung auf die Hütte gar nicht auf die Lufttemperatur in deren Innern wirken soll; der Schluss des Hrn. Wild: dass die Abweichung der Thermometer in seinen Hütten nicht durch eine Abweichung der Temperatur der Luft in ihr, „sondern nur durch Erwärmung resp. Abkühlung der Blechgehäuse-Wände in Folge der Strahlung derselben“ bedingt sei, bedarf daher wohl noch weiterer Beweise. Allein nehmen wir diese Schlussfolgerung und den Befund der Versuche vom 16. Juli als feststehend an, so hätte Hr. Wild auch die nothwendige Konsequenz daraus ziehen und aussprechen sollen, dass die angewandten Blechgehäuse nicht nur unnöthig, sondern auch schädlich seien. Leider ist kein gewöhnliches Thermometer frei in der Hütte aufgehängt worden, welches mit jenem im Blechgehäuse direkt vergleichbar gewesen wäre; aus den Versuchen vom 18. und 21./8. ergiebt sich der Ueberschuss des blanken Thermometers über das vergoldete in Ruhe als ⅛ von jenem des berussten; hiernach zu schliessen, wäre der Stand eines blanken, neben dem vergoldeten hängenden Thermometer $-0.2 + (\frac{1}{8} \times 1.2) = -0.05$ gewesen; Blechgehäuse und Ventilator, deren bedeutender Preis die Errichtung einer meteorologischen Station nicht unwesentlich erschwert, haben also, auch wenn der Beobachter die Sorgfalt ausübt, mindestens zwei Minuten zu drehen, dennoch, abgesehen vom Schutz gegen Regen, nur die Wirkung, die Lufttemperatur stärker entstellt anzugeben, als ein ruhig in der Nähe hängendes Thermometer ohne Beschirmung!

Zum Schluss hat Hr. Wild auch einige Versuche über die Temperatur eines auf dem Grase liegenden Thermometers im Schatten und in der Sonne, sowie über die Lufttemperatur in verschiedenen Höhen im Schatten angestellt. Wir hoffen auf diese wichtigen Fragen, welche hier nur gestreift werden, später in anderem Zusammenhang eingehen zu können und begnügen uns, den betreffenden Schlusssatz des Verfassers mitzutheilen: „An windstillen Tagen mit starker Strahlung kann die Lufttemperatur an benachbarten beschatteten Orten je nach Art der Beschirmung — Schatten eines Hauses, Schatten kleiner Hütten, Schatten eines Segeltuchschirmes — und je nach der Höhe des Thermometers über dem Boden — 0.8 bis 3.8 m — um ½° und mehr verschieden sein. Grasboden, der besonnt 14° höhere Temperatur als die Luft in 3 m Höhe darüber zeigt, kann durch Ausstrahlung nach dem Weltraum um 5° und mehr unter dieselbe sinken, wenn er einige Zeit in den Schatten zurücktritt, und es zeigen sich dann auch am Tage bei genügender Ausdehnung des Schattens Zunahmen der Lufttemperaturen mit der Höhe statt Abnahmen derselben.“

Hieran anschliessend wollen wir eine Abhandlung durchnehmen, welche von Hrn. Ssaweljew in russischer Sprache veröffentlicht ist in der Beilage zum XV. Bande der Denkschriften der Petersburger Akademie der Wiss., No. 10 (St. Petersb. 1887), unter dem Titel: Zur Frage der Bestimmung der wahren Temperatur und Feuchtigkeit der Luft.

Der Verfasser, Ingenieur in Lgow im Inneren von Russland (unter 51° 38′ n. Br. und 35° 17′ ö. Lg.) ist ein sehr eifriger Meteorologe und hat keine Mühe gescheut, um die im Titel genannte wichtige Frage zu fördern. Wenn wir im Nachfolgenden zeigen, dass er sich dabei in hohem Maasse von vorgefassten Meinungen hat leiten lassen, so liegt es uns doch sehr ferne, den Werth seiner Arbeit herabmindern zu wollen. Jene Meinungen haben seit 20 Jahren eine herrschende Rolle in der Meteorologie gespielt, und es ist sehr

Digitized by Google

nützlich, wenn sie von einem im Uebrigen unabhängig denkenden Gelehrten und sorgfältigen Beobachter auf die Spitze getrieben und so in ihrer Unhaltbarkeit demonstrirt werden; wenn dies unabsichtlich geschieht, ist es um so beweisender. Wir meinen hier die Forderung einer immer weiter gehenden Umhüllung der Thermometer mit komplizirten Schutzvorrichtungen.

Der Verfasser sagt, es sei ihm gelungen, eine normale Aufstellung für Psychrometer herzustellen, welche die Vortheile des Schleuder-Thermometers und der Gehäuse verbindet. In eine Wild'sche Holzhütte setzt er ein Blechgehäuse, welches aus einem Vertikalrohr von 30.5 cm Durchmesser besteht, das die Thermometer enthält und über dessen geschlossenem Boden ein Ventilator sich befindet, dem die Luft durch ein 12.5 cm starkes Horizontalrohr zugeführt wird, das ausserhalb der Hütte an deren Nordseite mündet. Das Vertikalrohr geht nach oben in ein Abzugsrohr über, das oberhalb des Hüttendaches mündet; dasselbe ist ringsum geschlossen, nur zur Ablesung wird ein Thürchen geöffnet. Die Thermometer sind auf der Axe des Ventilators befestigt, so dass sie, während derselbe arbeitet, im Kreise sich drehen; die Geschwindigkeit des Luftstroms aufwärts ist etwa 2.5 m p. s., die der Kreisbewegung der Thermometer 6 m p. s.

Die in diesem Apparat gewonnenen Temperaturen betrachtet der Verfasser als die zweifellos wahren Lufttemperaturen und vergleicht damit die Angaben des Schleuder-Thermometers*) und der französischen Thermometer-Aufstellung; 18 Vergleiche im Juli zu verschiedenen Tageszeiten zwischen $7^1/_2$ a. und $8^1/_2$ p. ergaben im Mittel die ersteren 0.8°, die letzteren um 0.9° „zu niedrig". Doch waren unter diesen mehrere bei bedecktem Himmel, an denen alle Thermometer ungefähr gleich standen; bei klarem Wetter gaben die beiden letzteren Methoden Temperaturen, die bis zu 2.4° C. unter der „wahren" blieben. Wind, sogar ziemlich starker, hatte, wie der Verfasser sagt „jenen wohlthätigen Einfluss auf das französische Psychrometer nicht", welchen die Bewölkung zeigte; die Angaben blieben viel niedriger, als jene in seinem Rohre.

„Hiernach," sagt der Verfasser, „ist es vollkommen klar, dass die Schleuder-Thermometer und jene in der französischen Aufstellung starker Ausstrahlung unterliegen." Der Beweis für diesen Satz liegt nach ihm in folgenden Versuchen, bei welchen jeweils ein gewöhnliches Thermometer („blank") und eines angewendet werden, dessen Kugel mit Tusche geschwärzt war („schwarz").

Datum	Stunde	„Normal"		französisch		Schleuder		Bewölkung
		blank	schwarz	blank	schwarz	blank	schwarz	
Juli 26.	$8^1/_2{}^h$ a. m.	20.5	20.5	20.2	21.0	20.3	22.2	1
	$11^1/_2{}^h$ a. m.	25.4	25.4	24.9	25.6	24.8	25.5	9
	$5^1/_4{}^h$ p. m.	22.1	22.1	21.6	22.0	21.1	21.6	9
Juli 28.	$3^1/_4{}^h$ p. m.	30.5	30.5	29.5	30.2	29.1	29.7	9
	8^h p. m.	23.5	23.5	23.1	23.2	22 2	22.3	10
	10^h p. m.	22.0	22 0	22.0	22.0	22.1	21.8	0
Juli 29.	$11^1/_4{}^h$ a. m.	30.2	30.3	29.9	30.7	29.9	31.7	8

Die Angaben des geschleuderten und des in der französischen Aufstellung exponirten Thermometers werden also bei Tage durch Vergrösserung des Emissions- und Absorptions-Vermögens ihrer Kugeln erhöht; die Summe der Strahlungseinflüsse auf dieselben war also unzweifelhaft positiv. Es können also auch die blanken Thermometer unter diesen Umständeu nicht zu niedrige, sondern nur zu hohe Temperaturen gegeben haben, und die Temparatur im Rohre des Verfassers ist also offenbar gleichzeitig viel zu hoch. Hr. S. hat diese Konsequenz seiner Versuche verkannt. Dass beide (übrigens nur in ganze Grade getheilte) Thermometer im Rohr dieselbe Temperatur zeigten, beweist nur, dass sie beide die Temperatur der Luft im Rohr gut angaben und dass hier keine erhebliche Strahlung war,**) nicht aber, dass die Temperatur dieser Luft auch mit jener der freien Luft übereinstimmte. Hr. Ssaweljew möge nur das Zuleitungsrohr unter sonst gleichen Umständen verlängern, so wird er an heiteren Mittagen noch weit höhere Temperaturen in seinem Rohr erhalten. Es ist zu bedauern, dass er das von Wild angewandte Kriterium, die Temperatur vor und nach (resp. während) der Ventilation zu messen, nicht angewandt hat, am besten beides

*) Dieses wurde in geringer Entfernung von der Hütte über dem Kopf des Beobachters, anscheinend ohne Schutz vor den Sonnenstrahlen, geschleudert.

**) Bei den Versuchen der beiden folgenden Tage erwies sich auch im Wild'schen Blechgehäuse keine merkbare Differenz zwischen dem blanken und schwarzen Thermometer.

Digitized by Google

unter abwechselndem Drehen und Festhalten der Thermometer, um auch den Einfluss — oder wohl die Einflusslosigkeit — des letzteren zu bestimmen.

Unter diesen Umständen ist es ein sehr unerfreuliches Resultat, dass bei den nachfolgenden 44 Vergleichen mit einem Thermometer in einer isolirten Wild'schen Hütte dieses — ohne künstliche Ventilation — durchschnittlich nur 0.2° C. tiefere Angaben lieferte, als das Ssaweljew'sche Rohr und dabei sich etwas träger zeigte, als das letztere.

Die weiteren Studien des Verfassers betreffen die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit und bestätigen in der Hauptsache die Resultate Sworykins. Da die genaue Bestimmung der Feuchtigkeit mittels des Psychrometers jene der Temperatur voraussetzt, so möchten wir empfehlen, zunächst die letztere Frage zum Austrag zu bringen, um die ohnehin schwierige Sache nicht noch mehr zu kompliziren.

Die besprochene Abhandlung ist ein auffallendes Beispiel für die übermässige Furcht vor Strahlung, welche die meisten Meteorologen verfolgt und sie dazu führt, durch Hüllen die Thermometer allseitig zu schützen und zum Ersatz für die dadurch verloren gehende natürliche Luftbewegung kostspielige Ventilatoren anzubringen, ohne genügend zu bedenken, dass alle diese Objekte selbst der Strahlung in meist weit höherem Grade, als die Thermometer-Kugeln unterliegen und die Temperatur der den letzteren zugeführten Luft fälschen. Nichts ist so charakteristisch für diese Befangenheit, als die folgende Bemerkung des Verfassers. Ursprünglich zeigte sein Thermometer-Gehäuse den Uebelstand, dass die Thermometer beim Oeffnen behufs der Ablesung an sonnigen heissen Tagen, offenbar durch das Eindringen äusserer Luft, in 15—20 Sekunden fast um 1° sanken. Da er dieses Sinken der Ausstrahlung zuschrieb, obwohl schwer anzugeben ist, wie diese zu Stande kommen sollte, so schützte er die Thermometer-Kugeln durch eine horizontale, nur in der Mitte einen Durchlass für die Kugeln und den Luftstrom bietende, Scheidewand und in der That behielten jetzt die Thermometer auch bei der Ablesung ihren hohen Stand.

Die Behinderung der Luftbewegung und Beeinflussung der Temperatur der Luft durch Beschirmungen ist ein viel grösserer Feind richtiger Temperaturmessungen, als die Strahlungs-Einflüsse, welche mit Ausnahme der Sonnenstrahlung auf ein Thermometer mit kleiner, blanker, von fortwährend erneuerter freier Luft umspülter Kugel nur sehr geringe Wirkung haben, welche letztere bei Tage in Summa fast immer erhöhend, nur bei speziell gegen den Zenit begünstigter Ausstrahlung vielleicht erniedrigend ist. Genaue Feststellung dieses Verhältnisses wäre sehr wichtig. Wir möchten die Hoffnung aussprechen, dass Herr S. seine Versuche in immer vielseitigerer Gestaltung unter Fortfall seiner früheren vorgefassten Anschauung wieder aufnehmen werde. Wir haben solche eifrige und sorgfältige Beobachter auf diesem Gebiete noch sehr nöthig.

In einem etwas früher (1886) in den Denkschriften (Sapiski) der K. Russ. Geogr. Ges. erschienenen Aufsatze über die Aufstellung der Thermometer hat Hr. Ssaweljew zwei von ihm vorgeschlagene Zinkblechgehäuse beschrieben und abgebildet, welche ziemlich einfach sind und, da sie weit offener, als das eben beschriebene, auch ganz gute Resultate geben dürften. Dieselben sind für die kleinen Thermometer von Bodin mit auf dem Stab geätzter Theilung berechnet, welche sich ja bekanntlich eines sehr guten Rufes erfreuen, für den Beobachter aber allerdings erheblich unbequemer bei der Ablesung sind, als die deutschen (Einschluss-)Thermometer.

Die Versuche von Aitken, Stow, Hazen, Wild und Ssaweljew haben das Gemeinsame, dass sie wenigstens theilweise mit Variirung der Natur des Thermometergefässes und der Geschwindigkeit der Luftbewegung angestellt sind. Von mehr praktischem, als theoretischem Interesse sind jene Vergleichungen verschiedener Thermometer-Aufstellungen, welche ohne solche Hülfsmittel ausgeführt sind, weil bei ihnen die Auseinanderhaltung der höchst mannigfaltigen zusammenwirkenden Umstände nicht möglich ist. Doch geben solche Vergleichungen, systematisch durchgeführt, die Antwort auf die sehr wichtige Frage, wie weit die mit verschiedenen Aufstellungen gewonnenen Mittelwerthe vergleichbar sind oder durch welche Korrektionen sie vergleichbar gemacht werden können. Mehrere solche Untersuchungen, nebst sehr interessanten Debatten, die sich daran schlossen, finden sich in verschiedenen Bänden des Quarterly Journal of the Meteorolog. Society. Die meisten derselben beziehen sich auf „Stevenson's Screen" oder Varianten desselben und auf deren Verhältniss zum offenen Glaisher'schen Thermometer-Stand. Unter diesen möchte ich zunächst zwei Aufsätze im 8. Bande des Journals hervorheben, in deren erstem (S. 228—234) Rev. Fenwick Stow die Beschreibung seiner schon oben erwähnten Hütte mit Zink-Jalousien giebt; die Diskussion (S. 235—237) bringt einige interessante Bemerkungen. So theilt Dines mit, dass nach 17monatlichen

Digitized by Google

Beobachtungen der Glaisher'sche Stand eine im Mittel 1.6° F. grössere Tagesschwankung und ein um 0.3° niedrigeres Tagesmittel ihm ergeben habe; das letztere glaubt Symons öfterer Benetzung der Thermometer im Glaisher'schen Stande durch Regen zuschreiben zu müssen, da sonst der letztere zu hohe Temperaturen gebe und dieselben (die Tagesmittel?) in Greenwich, wo Glaisher's Stand benutzt werde, höher seien, als irgendwo sonst um London. Ferner sagt Symons, dass die Thermometer innerhalb Stevenson's Gehäuse nicht zu hoch angebracht werden dürften, da er schon einen Ueberschuss von 1 bis 1.5° F. unter dem Dache im Vergleich zum Boden des Gehäuses gefunden habe. Auf das Letztere erwidert Stow, dass ihm in dieser Bemerkung eine Verurtheilung der dermaligen Form des Stevenson Screen's zu liegen scheine, da man nicht wissen könne, ob denn der Einfluss unten Null sei; er glaube, dass mit passenden Abänderungen dieses Gehäuse für alle Klimate passend gemacht werden könne, aber vielleicht sei für die Tropen ein dreifaches Dach, mit Filz oder Stroh dazwischen, nöthig.

Auf S. 238—243 desselben Bandes 8 findet sich eine interessante Mittheilung von Hrn. D. Gill über einen während eines ganzen Jahres zu Kapstadt, also in einem Klima mit sehr starker Strahlung, durchgeführten Vergleich zwischen einer Fensteraufstellung, einem „Stevenson's Screen" und einem „Glaisher's Stand". Die erstere besteht in einem Gehäuse vor dem SW-Fenster eines Beobachtungsraumes, welches Hr. Gill für gut ventilirt, aber von den dicken Mauern des Gebäudes doch bedeutend beeinflusst hält; die Temperaturen sind von mir in ° C. verwandelt.

1881		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mittleres Minimum	Window screen	16.1	15.5	14.2	11.9	11.2	10.2	8.2	10.0	11.8	12.8	12.8	15.0	12.5
	Stevenson scr.	15.2	14.5	13.2	10.9	10.2	8.6	6.3	8.5	10.1	10.7	10.9	13.6	11.1
	Glaisher stand.	14.8	13.8	12.5	9.8	8.9	7.8	4.8	7.3	9.4	9.3	10.2	12.8	10.1
Mittleres Maximum	Window screen	25.7	25.1	24.0	19.9	16.7	17.1	16.2	18.1	20.1	23.2	21.8	24.1	21.0
	Stevenson scr.	27.9	27.6	27.0	21.8	17.6	18.6	17.6	17.9	21.8	25.1	23.8	26.7	22.8
	Glaisher stand.	29.6	29.3	28.6	23.2	18.2	18.9	17.8	18.2	21.9	26.2	24.9	28.4	23.8

Sehr umfangreiche Vergleichungen verschiedener Thermometer-Aufstellungen sind zu Strathfield Turgiss in Hampshire von November 1868 bis April 1870 auf Anregung von Symons im Auftrage der Royal Society von Rev. Griffith ausgeführt worden. Die Resultate derselben sind zwar wiederholt bei Diskussionen in der „Meteorological Society" herangezogen worden, jedoch ist erst soeben, nach 19 Jahren, der Bericht von Hrn. Fr. Gaster über dieselben vom Meteorological Office als Appendix II zum Quarterly Weather Report 1879 herausgegeben worden, der übrigens das Datum des 12. Mai 1880 trägt. Die Vergleiche erstreckten sich auf 13 verschiedene Aufstellungsarten, welche in die sogleich anzugebenden Gruppen zerfallen; in Bezug auf die Beschreibung der einzelnen Gehäuse etc. muss ich auf den Bericht selbst verweisen, der sämmtliche auch in klaren Abbildungen vorführt und dadurch besonders werthvoll wird.

1) Offene Beschirmungen — in welchen, abgesehen von einem leichten Schutzdach, die Thermometer ganz oder fast ganz frei der Luft exponirt sind. Geprüft wurden jene von Pastorelli, Lawson, James, Glaisher und Stow.

2) Halboffene Beschirmungen — in welchen, ausser dem obigen Schutz, die Thermometer theilweise von den Seiten gegen den Regen geschützt sind; dahin gehören jene von Martin und Griffith.*)

3) Geschlossene Beschirmungen; in den beiden geprüften Formen, dem grossen Kew-Gehäuse und dem Stevenson'schen (älterer Form) sind die Thermometer nach allen 4 Seiten und nach oben, aber nicht nach abwärts beschirmt.

4) Nordwand-Aufstellung in einem offenen Holzkästchen nach alter Art.

5) Gebüsch: ein Pastorelli'scher Stand im dichten Gebüsch aufgestellt.

6) Frei aufgehängtes Alkohol-Thermometer nach Glaisher's Empfehlung in Phil. Trans. 1847 p. 142.

7) Aspirirtes und nicht aspirirtes Thermometer; auf Vorschlag von Dr. E. J. Mills wurden auf dem Lawson-Stand (also im Schatten) zwei Thermometer aufgestellt, deren Kugeln in einen schmalen

*) Hierher würde, wenn das Zink-Gehäuse nicht wäre, auch die Wild'sche Hütte gerechnet worden sein, da sie nach N offen ist und das Gehäuse von Griffith ihr ähnlich, jedoch bedeutend kleiner und mit Boden versehen ist.

Digitized by Google

Platin-Zylinder eingeschlossen waren, dessen unteres Ende offen, dessen oberes bei dem einen mit einem Aspirator in Verbindung stand, welcher einen Luftstrom von etwa $^1/_3$ engl. Meile in der Stunde bewirkte (also eine dem Assmann'schen Instrument sehr ähnliche Einrichtung, jedoch Luftstrom sehr langsam, nur $^1/_6$ m p. s.)

Mit Ausnahme des unter No. 6 genannten, welches zuerst 13, dann 24 Fuss über demselben sich befand, waren alle Thermometer 4 Fuss vom Erdboden entfernt. Ausser No. 4 und 5 waren alle Instrumente auf einem Platze inmitten einer grossen frei gelegenen Wiese vereinigt, so dass die Temperatur der Luft bis zur Berührung mit der Beschirmung sicher als dieselbe bei allen angesehen werden kann, wenn man von der grösseren Höhe von No. 6 absieht.

Von den Aufstellungen No. 5, 6 und 7 werden im vorliegenden Bericht keine ziffermässigen Resultate beigebracht, sondern nur bemerkt, dass jene im Gebüsch ganz unbrauchbar für den Zweck erschien, dass das freihängende Thermometer am Tage höhere Angaben lieferte, als die geschlossenen Beschirmungen, und häufig höhere als alle, um 9^h p. m. aber mit ersteren gut übereinstimmte; endlich dass die unter No. 7 genannten Thermometer sowohl nicht aspirirt, als aspirirt am Tage bedeutend höhere und in der Nacht bedeutend niedrigere Werthe gaben, als die geschlossene Beschirmung, ja am Tage nicht selten höhere, als irgend eine der Beschirmungen.

Hauptsächlich bezieht sich also der Bericht auf die Aufstellungsarten No. 1 bis 3, und für diese giebt er auch numerische Tabellen, aus denen wir einen Auszug in den Originalzahlen (Fahrenheit-Grade) mittheilen wollen. Der Bericht beschränkt sich auf tabellarische Behandlung je eines Repräsentanten der 3 Klassen, und zwar der Gehäuse von Stevenson, Martin*) und Glaisher, für 8 Monate des Jahres.

Abweichungen des Stevenson-Gehäuses von Glaisher's und Martin's Aufstellungen, in ° F.
(+ = Stevenson's wärmer.)

		Bei wolkenlosem Himmel								Bei bedecktem Himmel							
		Jan.	Febr.	April	Mai	Juli	Aug.	Okt.	Nov.	Jan.	Febr.	April	Mai	Juli	Aug.	Okt.	Nov.
9^h a. m.	Glaisher	+0.6	+0.5	0.0	−0.4	−0.4	−0.3	+0.4	0.0	0.0	0.0	−0.3	−0.1	−0.4	−0.3	−0.2	0.0
	Martin	+0.1	0.0	−0.6	−0.8	−0.7	−0.5	−0.4	−0.2	0.0	0.0	−0.3	−0.2	−0.5	−0.3	−0.2	−0.1
3^h p. m.	Glaisher	+0.6	0.0	−0.8	−0.8	−0.5	−0.4	0.0	+0.2	+0.2	0.0	−0.3	−0.7	−0.8	−0.6	−0.6	+0.2
	Martin	+0.3	+0.1	−0.6	−0.9	−1.0	−0.6	−0.3	0.0	+0.1	+0.1	−0.1	−0.2	−0.6	−0.4	−0.3	+0.2
9^h p. m.	Glaisher	+0.6	+0.6	+1.1	+0.7	+0.8	+0.8	+0.7	+0.8	+0.1	−0.1	+0.2	+0.2	+0.5	+0.9	+0.3	+0.2
	Martin	+0.1	0.0	−0.1	−0.3	−0.4	−0.2	0.0	0.0	+0.1	−0.1	−0.1	−0.1	+0.3	−0.2	−0.1	0.0
Maxim.	Glaisher	+0.4	−0.4	−0.1	−0.6	−1.1	−0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	−1.0	−1.7	−1.4	−1.5	−1.1	−0.6
	Martin	0.0	+0.1	−0.1	−0.2	−0.9	−0.6	+0.2	+0.4	0.0	0.0	−0.3	−0.9	−0.7	−0.6	−0.1	−0.1
Minim.	Glaisher	+0.5	+0.8	+0.7	+0.6	+1.0	+1.0	+0.8	+0.8	+0.7	+0.9	+0.4	+0.4	+0.7	+0.5	+0.6	+0.7
	Martin	−0.3	−0.2	−0.5	−0.7	−0.9	−0.8	−0.4	−0.5	−0.4	−0.1	−0.3	−0.3	−0.5	−0.8	−0.4	−0.3
		Mittel $^1/_2$ (9^h+9^h) bei allen Bewölkungen								Mittel $^1/_2$ (Max.+Min.) bei allen Bewölkungen							
	Glaisher	+0.1	+0.2	+0.1	−0.2	+0.2	+0.2	+0.4	+0.4	+0.4	+0.5	+0.3	+0.1	−0.4	−0.2	+0.2	+0.4
	Martin	0.0	+0.1	−0.2	−0.2	−0.4	−0.3	−0.2	+0.1	0.0	0.0	+0.5	−0.4	−0.7	−0.7	−0.1	0.0

Die Hauptresultate der Untersuchung sind nach Gaster's Bericht folgende:

1) Selbst in den Wintermonaten ergeben die offenen Beschirmungen und jene von Griffith etwas höhere Maxima und tiefere Minima, als die geschlossenen.

2) Diese Differenz nimmt zu mit steigender Sonne, so dass während in den Wintermonaten die Maxima in den gebräuchlicheren unter den offenen Beschirmungen (Glaisher's und James's) nur um wenige Zehntel ° F. von jenen in den geschlossenen abweichen, in den Sommermonaten die mittlere Differenz über $1^1/_2$° F. beträgt und in einzelnen Fällen weit höhere Unterschiede vorkommen.

3) Die Minima verhalten sich im Winter und Sommer nicht so verschieden, wie die Maxima.

4) Die täglichen Schwankungen an Pastorelli's, Lawson's und Griffith's Ständen übertreffen nicht nur jene in den geschlossenen, sondern auch die in den übrigen offenen Beschirmungen weit.

5) Die beiden untersuchten geschlossenen Gehäuse, das von Kew und das Stevenson'sche, stimmen sehr nahe mit einander überein; die Schwankung ist nur ein wenig geringer im ersteren in den Sommermonaten.

*) Martin's schon 1783 angewandte Beschirmung besteht in einem ziemlich dicken pyramidalen Strohdache auf Pfählen.

Digitized by Google

6) Martin's Beschirmung giebt nur in den eigentlichen Sommermonaten höhere, sonst fast dieselben Maxima, wie die geschlossenen, seine Minima aber sind gewöhnlich sogar höher als in den letzteren.

7) Die Aufstellung an einer Hauswand (ausser wenn sie von direkten Sonnenstrahlen getroffen wird) ist träge, und ihre Maxima sind erheblich tiefer, ihre Minima bedeutend höher, als jene der im Freien stehenden Beschirmungen.

„Es schien wahrscheinlich," sagt Mr. Gaster, „dass diese Unterschiede nicht durch Trägheit in der Registrirung wirklicher Aenderungen der Lufttemperatur auf Seiten der geschlossenen Beschirmungen bedingt sind, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Wenn die Wirkung der Sonne gering ist (im Winter und Spätherbst), stimmen die Ablesungen in den geschlossenen Beschirmungen viel besser mit jenen in den offenen, als im Sommer.

2) „Die während dunkler Wintertage vorkommenden grossen und plötzlichen Schwankungen in der Lufttemperatur scheinen (so weit diese Beobachtungen reichen) von den geschlossenen Beschirmungen ebenso richtig wiedergegeben zu werden, wie von den offenen.

3) „Im Verhältniss, wie die täglichen Wirkungen der Sonnen- und Erdstrahlung wachsen, nehmen auch die Divergenzen zwischen den Beschirmungen zu.

„Da es nun die Instrumente in den offenen Beschirmungen sind, welche am meisten der Strahlung und Reflexion von Wärme unterliegen, so komme ich zu dem Schluss, dass es die ersteren sind, welche fehlen, indem sie eine zu grosse Temperatur-Amplitude angeben, nicht die letzteren durch Angabe einer zu kleinen.

.... „Es soll jedoch selbst von dem Stevenson-Gehäuse, keinen Augenblick behauptet werden, dass dasselbe Alles biete, was man wünschen kann. Im Gegentheil liegen zwei Thatsachen vor, welche bedeutende Zweifel in seiner Genauigkeit erzeugen. (1) Beim Vergleichen der Zahlentabellen sieht man, dass die mittleren Maxima auf dem Glaisher'schen Stand jene im Stevenson-Gehäuse um einen grösseren Betrag übertreffen, wenn der Himmel bedeckt ist, als wenn er klar ist; und dieses scheint zu zeigen, dass, während das Stevenson-Gehäuse wegen mangelhaften Luftwechsels bei trübem Wetter das wahre Maximum nicht erreicht, diese Wirkung bei Sonnenschein maskirt wird durch einen gewissen Betrag von Durchwärmung der Luft in diesem Gehäuse. (2) Es zeigt sich aus denselben Tabellen, dass die am Glaisher'schen Stand abgelesenen Minima zu allen Jahreszeiten und bei jedem Wetter niedriger sind, als jene im Stevenson-Gehäuse. Dies kann wohl kaum das Resultat übermässiger Strahlung sein, mindestens nicht, wenn der Himmel bedeckt ist; und man ist daher versucht, anzunehmen, dass es von ungenügender Zirkulation der Luft*) durch den Stevenson herrühre. Es scheint dennoch, dass das Stevenson'sche Gehäuse und jenes von Kew weniger Mängel haben, als die anderen, und dass das Stevenson'sche, obwohl etwas klein, das im Ganzen geeignetste und allgemein verwendbarste ist.

„Auf Grund einiger eigener Versuche glaube ich, dass selbst Stevenson's Gehäuse bei heiterem warmem Sommerwetter höhere Maxima giebt, als die wahre Lufttemperatur erreicht hat; über die Minima kann ich zur Zeit nichts sagen. Es scheint zudem sehr wahrscheinlich, dass ein gewisser Betrag von Wärme bei solchem Wetter vom Boden zurückgeworfen wird und die Thermometer sowohl in Stevenson's, als im Kew-Gehäuse zu hohe Temperaturen angeben lässt ...."

„Ich fühle, dass diese Untersuchung den Gegenstand in einem unbefriedigenden Zustand zurücklässt. Wir wissen selbst jetzt nicht, wie weit von der Wahrheit die Ablesungen an irgend einer Beschirmung sind, sondern nur, wie weit sie von einem gewissen Vergleichswerthe abweichen, welchen selbst wir für etwas fehlerhaft ansehen. Ein erfreuliches Resultat indessen zeigt sich, und das ist: dass, wenn die Beschirmungen ähnlich aufgestellt sind, die Tagesmittel der Temperatur an den offenen und den geschlossenen nur ganz unerhebliche Differenzen zeigen."

Die Hütten von Stevenson und von Wild unterscheiden sich weniger im Prinzip, als in der Grösse; jedoch auch darin, dass bei Wild ein inneres Blechgehäuse vorhanden ist, die äussere Holzbeschirmung aber nach N und nach unten offen ist. Ein Vergleich zwischen diesen beiden Aufstellungen ist zu Kew $1^1/_2$ Jahre lang (Juni 79 bis November 81) durchgeführt und kürzlich (1888), von Whipple diskutirt, veröffentlicht worden (S. Quart. Weather Report 1880, App. II). Die Wild'sche Hütte wurde nach den Angaben im Rep. 6 ausgeführt. Gleichzeitig wurde auch die einfache Beschirmung geprüft, welche Hr. W. De La Rue für Leuchtschiffe vorgeschlagen hat: ein doppeltes Schild von Zinnblech, unter welches die Thermometer-

*) Resp. überhaupt Zurückhaltung der Wärme oder des Wärmemangels. W. K.

Digitized by Google

kugel ca. 5 cm hinabragt, und welches nur zu jeder Ablesung vom Beobachter hinausgebracht wurde. Ferner wurde auch die Thermographenhütte mit zum Vergleich herangezogen. Die Vergleiche wurden nach Gruppen je nach der Witterung geordnet, und nur eine Auswahl charakteristischer Tage — thunlichst je drei für jeden Monat und jede Gruppe — zur Mittelbildung verwendet. Das Resultat war das folgende, in Abweichungen von Stevenson's Gehäuse ausgedrückt (in Centigraden):

		9h a. m.			9h p. m.			Maximum		Minimum	
		Wild	Thermograph	De La Rue	Wild	Thermograph	De La Rue	Wild	Thermograph	Wild	Thermograph
	Still	−0.12	+0.33	−0.83	−0.14	−0.92	−0.43	+0.03	+0.34	−0.51	−1.57
	Windig	+0.03	+0.15	0.00	+0.03	+0.01	−0.01	+0.18	+0.14	−0.14	−0.44
	Bedeckt	−0.03	0.00	−0.22	+0.07	−0.01	−0.25	+0.03	+0.14	−0.22	−0.76
	Klar	−0.04	+0.78	−0.96	−0.14	−0.97	−0.46	+0.32	+0.62	−0.49	−1.53
	Trocken	−0.09	+0.43	−0.59	−0.03	−0.62	−0.32	+0.29	+0.39	−0.36	−1.07
	Nass	−0.04	−0.07	−0.34	−0.03	−0.18	−0.31	+0.07	−0.04	−0.29	−0.92
Jahreszeiten	Frühling	−0.02	+0.50	−0.64	−0.04	−0.54	−0.17	+0.21	+0.07	−0.31	−1.07
	Sommer	−0.21	+0.50	−0.75	0.00	−0.40	−0.28	+0.16	+0.33	−0.22	−0.96
	Herbst	0.00	+0.02	−0.29	−0.01	−0.49	−0.48	+0.10	+0.25	−0.41	−1.17
	Winter	+0.03	+0.07	−0.11	−0.10	−0.43	−0.26	+0.15	+0.23	−0.41	−1.00
	Mittel	−0.05	+0.27	−0.45	−0.04	−0.46	−0.29	+0.15	+0.22	−0.33	−1.05

Die Höhe der Thermometer über dem Boden betrug im Stevenson'schen Gehäuse 1.3 m, im Wild-schen 3.6 m, im Thermographen-Gehäuse 3.0 m; für jenes von De La Rue ist sie leider nicht angegeben. Nach anderweitigen Beobachtungen ist die Luft durchschnittlich in 3—4 m Höhe über dem Boden um Mittag etwa $^1/_2$° kühler, als in $1^1/_3$ m, in der Nacht aber gleicht dieser Unterschied sich aus; hier aber zeigten die höher gestellten Thermometer eine erheblich grössere Tagesschwankung an, als jene in Stevenson's Gehäuse, was auf eine Abstumpfung der Schwankung im letzteren oder deren Uebertreibung in beiden anderen Gehäusen deutet.

Diese Vergleiche beziehen sich alle auf die ältere Form von „Stevenson's Screen". Da aber sehr viele Beobachter sich veranlasst gefühlt hatten, Aenderungen an demselben anzubringen, so nahm der Vorstand der R. Meteorol. Society im Jahre 1883 eine neue verbesserte Form als Normal-Gehäuse an, welche etwas geräumiger (Horizontalmaasse 18 × 11 Zoll, Höhe 15 Zoll), mit doppeltem Dach und mit einem Bretterboden versehen ist. Die genaue Beschreibung dieser neuen Form findet sich im Quart. Journ., Met. Society, Vol. 10, p. 92. Die Vergleichungen von Mawley ergaben während der Monate Juli bis September 1883 folgende mittlere Differenz zwischen dem alten und dem neuen Gehäuse (+ = das neue wärmer):

	Max.	Min.	9h a. m.	2h p. m.	9h p. m.	½ (Max.+Min.)	½ (9h+9h)	Tägl. Schwankg.
° Fahrenh.:	−0.11	+0.01	+0.01	−0.15	−0.17	−0.05	−0.08	−0.11

Eine eingehende und sehr interessante Diskussion über die beste Form einer Thermometer-Beschirmung hatte bereits am 19. November 1873 in der Londoner Meteorolog. Gesellschaft stattgefunden; dieselbe ist ausführlich wiedergegeben im Quart. Journ. Bd. 2, S. 38—46, die angenommenen Beschlüsse sind auch im eben erschienenen Bericht von Hrn. Gaster wieder aufgeführt. Doch bestehen diese Beschlüsse nur in Forderungen, ohne genauere Angabe, wie sie zu erfüllen sind und hatte diese Diskussion kein anderes Resultat, als dass die offenbare Hinneigung der Mehrheit zu den geschlossenen Gehäusen im Gegensatz zu den offenen Thermometerständen klar ausgesprochen wurde. Meine eigenen Untersuchungen und die seit jener Zeit aufgehäufte Literatur veranlassen mich zu einer etwas abweichenden Meinung, wie man im letzten Abschnitt zusammengefasst finden wird.

Ein Vergleich des Stevenson'schen Gehäuses mit dem Rotations-Thermometer ist in jüngster Zeit (im August 1886) von Hrn. Dr. Doberck in Hongkong veröffentlicht worden (Government Notification, No. 314); derselbe ist besonders interessant, weil wir gerade aus den Tropen derartiger Vergleiche dringend bedürfen. Die Messungen mit dem Rotations-Psychrometer werden seit dem 10. Juni 1885 tags und nachts zu so vielen vollen Stunden gemacht, als möglich (vgl. den Jahresbericht des Hongkong-Observatoriums für

Digitized by Google

1885, Punkt 9), um sich unabhängig zu machen vom Einfluss der Gehäuse. Folgendes sind die so gefundenen „Korrektionen der in Stevenson's Gehäuse in Hongkong beobachteten Temperaturen", in Fahrenheit-Graden; auf welche Weise die Maxima und Minima für das Rotations-Thermometer abgeleitet wurden, ist nicht angegeben.

	1885						1886						
	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr
10^h a. m.	−0.6	−0.6	−1.5	−1.7	−2.2	−1.9	−1.4	−0.4	−0.4	−0.6	−1.0	−0.9	−1.1
4^h p. m.	−0.4	−0.1	−0.4	−0.6	−1.1	−1.3	−1.1	−0.5	−0.5	−0.6	−0.8	−0.4	−0.6
10^h p. m.	+0.2	+0.2	+0.4	+0.3	+0.5	+0.4	+0.2	+0.1	+0.1	0.0	+0.1	+0.1	+0.2
Maximum	−1.3	−1.1	−1.9	−2.4	−3.3	−3.2	−2.5	−1.4	−1.6	−1.4	−1.5	−1.2	−1.9
Minimum	+0.5	+0.4	+0.8	+0.6	+0.9	+0.6	+0.6	+0.2	+0.2	+0.2	+0.4	+0.8	+0.5

„Das Temperatur-Maximum, welches in Stevenson's Gehäuse erhalten wird," sagt Direktor Doberck, „ist zu hoch, besonders in den Monaten, wo der Himmel vorwiegend klar ist. Im November und Dezember wird die Korrektion hier noch etwas verstärkt dadurch, dass das Gehäuse vor nördlichen Winden etwas geschützt ist. Die Korrektion ist um 10^h a. m. grösser als um 4^h p. m. wegen der grösseren Strahlung, welche das Gehäuse erwärmt, denn das geschwärzte Thermometer erreicht seinen höchsten Stand gewöhnlich um oder kurz vor Mittag. Die Minimum-Temperatur ist zu niedrig, wegen des grossen Ausstrahlungs-Vermögens des Bleiweisses, mit dem das Gehäuse gestrichen ist, wodurch auch der starke Thau bedingt wird, welcher so häufig auf dem Gehäuse sich findet. Die Temperatur um 10^h p. m. ist aus derselben Ursache zu niedrig. Der Fehler in den Temperatur-Angaben ist indessen viel grösser während des Tages, als in der Nacht, wegen der Konvektionsströme vom erhitzten Erdboden."

Wie man sieht, hat sich namentlich um Wild's Thermometerhütte und Stevenson's Gehäuse eine ganze Literatur entwickelt. Dennoch ist ein abschliessendes Urtheil selbst über diese noch immer nicht möglich und wird noch manches Jahr vergehen, ehe die Wärme-Oekonomie, die Wärme-Einnahme und -Ausgabe dieser Beschirmungen und der Thermometer darin in jedem Momente des Tages einigermaassen sicher festgestellt ist. Die noch vorhandene Unsicherheit und der Mangel an Vergleichbarkeit trifft freilich das zu klimatologischen Zwecken vorwiegend benutzte Tagesmittel nur wenig, wohl aber die tägliche Amplitude und die Momentwerthe. Da die störenden Einflüsse mit der Annäherung an den Erdboden rasch zunehmen — durch lokale Erwärmung und Erkaltung der untersten Luftschicht, durch Verringerung der Windgeschwindigkeit und durch Strahlung vom Boden —, so ist *caeteris paribus* eine höhere Aufstellung über dem Boden vorzuziehen; es ist darum durchaus zu billigen, dass in dem grossen nordamerikanischen Beobachtungsnetz eine Höhe von 3—6 m über der Unterlage, und nicht die in England festgehaltene Höhe von nur 4 Fuss, neuerdings vorgeschrieben worden ist.

In den letzten Jahren sind auch am Preussischen Meteorologischen Institut umfassende Untersuchungen über die Frage der Bestimmung der Lufttemperatur angestellt worden, einerseits durch etwa ein Jahr lang dreimal täglich fortgeführte Vergleichung verschiedener Thermometer-Aufstellungen, andererseits durch Erfindung und Erprobung des Assmann'schen Aspirations-Thermometers. Die Resultate der ersteren Untersuchung sind noch nicht veröffentlicht; ein Eingehen auf das Instrument des Hrn. Dr. Assmann ist für den Zusammenhang der vorliegenden Untersuchung nicht nothwendig und liegt ausserhalb ihres Programms. *)

*) Während des Druckes dieser Abhandlung erhalten wir das Werk von Cl. Abbe: „Treatise on meteorological Apparatus and Methods, Washington 1888", welches als zweiter Theil des „Annual Report of the Chief Signal Officer for 1887" erschienen ist. Nach Seite 81 und 84 dieses Werkes hat Fourier bereits 1817 die Berechnung der Lufttemperatur aus den Angaben eines gewöhnlichen und eines geschwärzten Thermometers nach der Formel $t_a = t_2 + c\,(t_2 - t_1)$ vorgeschlagen, wobei er $c = 1/4$ annahm (Ann. de Chim. Nov. 1817). Offenbar nur durch Druckfehler schreibt Verfasser diese Formel auf S. 84 $t_a = t_1 - c\,(t_a - t_1)$ und definirt er ebenda c als annähernd gleich $\frac{a_2}{a_1 - a_2}$, da nach der vorhergehenden Entwicklung $c = k v \frac{a_2}{a_1 - a_2}$ sein muss, worin a_1 und a_2 die Absorptions-Koeffizienten der betr. Thermometer und k der Koeffizient der Abkühlung durch Konvektion für die Einheit der Luftgeschwindigkeit v ist, welches k hier für beide Thermometer, da die Kugeln nach Grösse, Form und Material gleich sein sollen, als gleich vorausgesetzt ist. Dieselbe Beobachtungs-Methode soll von Cl. Abbe in Pulkowa 1865 angewandt worden sein und ist von ihm in der Sitzung der Philosophical Society of Washington vom 24. März 1883 (vgl. deren „Bulletin") in ihrer Anwendung auf feste und auf geschleuderte Thermometer beschrieben worden, also vor Aitken und Hazen.

Digitized by Google

III. Zusammenfassung.

Im Folgenden will ich versuchen, die Anschauungen kurz zusammenzufassen, zu welchen mich das Studium der Frage der Lufttemperatur-Messung geführt hat, namentlich in Bezug auf die Nutzanwendung der gewonnenen Resultate auf die Thermometer-Aufstellung.

1. Die Aufgabe der Meteorologie bei der Bestimmung der „Lufttemperatur" ist eine zweifache: erstens die wirkliche Temperatur der das Thermometergefäss umspülenden Luft zu bestimmen, und zweitens dafür zu sorgen, dass diese Luft in Hinsicht auf ihre Temperatur eine gute Probe derjenigen Luft sei, welche man untersuchen will. In ersterer Beziehung ist die Fälschung der Angaben durch Strahlung zu bekämpfen, in letzterer hat man sich bewusst zu werden, die Temperatur von welcher Luft man bestimmen will, und dafür zu sorgen, dass diese Luft möglichst unbeeinflusst durch Körper anderer Temperatur an das Thermometer gelange.

2. Die Abweichung der stationären Temperatur eines von Strahlungseinflüssen getroffenen gewöhnlichen Thermometers von der Temperatur der umgebenden Luft (der „Strahlungsfehler") hängt vorzugsweise ab (*a*) von der optischen Natur der Thermometer-Flüssigkeit, (*b*) von der Dicke (Leitung und Absorption) der Glashülle, (*c*) von der Grösse des Thermometer-Gefässes, (*d*) von der Geschwindigkeit der Luftbewegung. Ist die Glashülle sehr dünn, so verhalten sich Quecksilber-Thermometer beinahe wie blanke Metallkörper, d. h. sie zeigen geringe Absorption für Strahlen aller Art, während Alkohol-Thermometer die stark brechbaren Strahlen meist durchlassen, die Strahlen grösserer Wellenlänge aber absorbiren. Bei Thermometern gleicher Art ist der Strahlungsfehler um so kleiner, je kleiner das Gefäss und je grösser die Geschwindigkeit der Luft-Bewegung ist.

3. Die wichtige Frage, ob die Thermometer die wahre Temperatur der ihre Gefässe umspülenden Luft angeben oder durch Strahlungseinflüsse von dieser abweichen, ob also der „Strahlungsfehler" null, positiv oder negativ, ist der Beobachtung nur schwer zugänglich. Da indessen der Strahlungsfehler, wie oben gezeigt ist, von der Geschwindigkeit der Luftbewegung und von der Absorption respektive Emission des Thermometer-Gefässes abhängt, so ist es möglich, durch Variiren dieser beiden Grössen mittelst Ventilation oder Schleudern einerseits, Schwärzung des Thermometers andererseits, wenigstens die Existenz, das Zeichen und die relative Grösse von Strahlungseinflüssen festzustellen. Soweit wir bei gleichzeitiger Verwendung verschiedener Luftbewegung und verschiedener Absorptionsfähigkeiten merklich dieselbe Temperatur erhalten, sind wir sicher, dass die Angaben der Thermometer von der wirklichen Lufttemperatur nicht merklich abweichen — vorausgesetzt, dass die Luft selbst durch die angewandten Apparate oder Manipulationen nicht thermisch beeinflusst ist.

4. Eine Beschirmung ändert, wenn sie die Temperatur der Luft garnicht beeinflusst, und ihre Masse sehr gering ist, das thermische Gleichgewicht des Thermometers gleichwohl in folgender Weise: (*a*) die theils helle theils dunkle Strahlung der Sonne, des Himmels und der Umgebung, wird durch die dunkle Strahlung des Schirmes ersetzt, und (*b*) die Geschwindigkeit der Luftbewegung wird verringert. Wo die Temperatur der Beschirmung von der Temperatur der Luft weniger abweicht, als jene der strahlenden Objekte, da wirkt dieser Umstand dahin, den Strahlungsfehler zu verringern; allein dieser günstige Einfluss wird theilweise wieder aufgehoben durch die Verringerung der Luftbewegung und bei Alkohol-Thermometern auch durch die Verwandlung der leuchtenden Strahlen in dunkle. Im Gesammtresultat wird der Strahlungsfehler bei Quecksilber-Thermometern mit grosser Kugel gewöhnlich durch Beschirmung verkleinert, bei solchen mit kleiner Kugel und bei Alkohol-Thermometern aber nur wenig verringert, oder sogar vergrössert.

5. Eine Beschirmung, welche stets genau die Temperatur der umspülenden Luft besässe, würde alle Hindernisse beseitigen, da in diesem Falle auch die Verringerung der Luftbewegung unbedenklich wäre; eine solche Beschirmung ist aber unmöglich. Ebenso wie beim Thermometer selbst, wird auch hier die Abweichung von der Temperatur der Luft um so grösser sein, je grösser der Körper (hier der Schirm) ist.

6. Eine fernere Ursache für Abweichung der Temperatur des Schirmes von der Lufttemperatur ist die Aufspeicherung von Wärme in der Masse des Schirmes, wodurch dessen Temperatur hinter den Aenderungen der Lufttemperatur nachbleibt.

7. Diese Abweichungen der Temperatur des Schirmes von jener der Luft wirken in der Regel nicht nur durch Strahlung auf das Thermometer, sondern auch durch Aenderung der Temperatur der Luft selbst.

Digitized by Google

Diese Aenderung ist um so grösser, je langsamer die Luftbewegung, je länger der Weg ist, den die Luft in der Beschirmung bis zum Thermometer zurücklegt, und je mehr sie dabei mit dieser in Berührung ist. Nur in letzterer Hinsicht können grössere Beschirmungen einen Vortheil vor kleineren bieten, indem sie Aussicht bieten, bei zweckmässiger Einrichtung einen zentralen Luftstrom, dessen Theilchen mit den Wänden in keine Berührung kommen, auf das Thermometer zu leiten; diesem Vortheil stehen aber zwei — soeben und unter 4. erwähnte — Nachtheile der grossen Beschirmungen entgegen. Gehäuse, welche nur die Thermometer-Gefässe umhüllen, die Skalen aber herausragen lassen, verbinden bis zu einem gewissen Grade die Vortheile grosser und kleiner Gehäuse und lassen zugleich eine scharfe und bequeme Ablesung zu. Für deren Gebrauch ist es nothwendig, dass der Abstand zwischen dem Gefäss und dem unteren Ende der Skala ziemlich gross gemacht werde und dass dafür gesorgt werde, dass bei deutschen Thermometern die Kugel nicht von der Temperatur der im Einschlussrohr enthaltenen Luft beeinflusst werden könne.

8. Will man nicht die „Temperatur der Luft unter den und den Umständen", sondern eine zur Vergleichung der grösseren klimatischen Unterschiede verwendbare Grösse, die „klimatische Temperatur", haben, so wachsen die Schwierigkeiten noch bedeutend. Die Antwort auf die Frage, welche Luft man als gute Probe hierfür zu nehmen hat, kann verschieden ausfallen. Allein folgende Gesichtspunkte werden wohl von den Meisten als richtig zugegeben werden. Ein horizontal bewegtes Lufttheilchen wird, besonders an einem sonnigen Tage, fortwährend an Oberflächen verschiedener Temperatur vorbeistreichen und dadurch in fortwährenden kleinen Schwankungen um eine Mitteltemperatur begriffen sein; je rascher seine Bewegung, desto kleiner werden aber diese Schwankungen sein, und je mehr der Ort, an welchem wir die Luft-Temperatur messen, mittlere Verhältnisse aufweist, desto weniger wird die Temperatur des Lufttheilchens zur Zeit seines Vorbeistreichens am Thermometer-Gefäss von dieser mittleren Temperatur abweichen. Es muss daher die Erneuerung der Luftmassen in der Nähe des Thermometers möglichst wenig behindert sein und es sind bei der Aufstellung die Extreme, wie sie z. B. die Nordwand und die Südwand eines ausgedehnten Gebäudes, namentlich in ihren Einbuchtungen, bieten, zu vermeiden. Als die zu suchende „klimatische Temperatur" dürfen wir die Temperatur bezeichnen, welche sich bei vollständiger Mischung der Luft der betreffenden Schicht aus einem gewissen Landstrich ergeben würde und sich bei starker Luftbewegung — wenn keine vertikalen Bewegungen hinzukommen —, auch wirklich mehr oder weniger nahe ergiebt. Um die „klimatische Temperatur" richtig zu ergeben, muss die Umgebung des Thermometers dem vorherrschenden Charakter des Landes entsprechen, und die Gegend auf 1 km im Umkreis ein Abbild dessen sein, was die nächsten — sagen wir — 50 km im Umkreis darbieten. Wenn also die ganze Gegend bebuscht ist, so werden auch Gebüsche in der Nähe der Thermometer-Aufstellung durchaus zulässig sein, während die Anbringung der Thermometer in einem künstlich gezogenen Dickicht in einem sonst baumlosen Lande keine ganz richtige Vorstellung von dem Klima jener Gegend zu geben vermag.

9. Da die Temperatur der untersten Luftschicht, in welcher wir leben, dem Obigen zufolge in bedeutendem Maasse von der Temperatur der festen Objekte bestimmt wird, welche sie berührt, so ist die Kenntniss der Temperatur-Verhältnisse solcher fester Körper, namentlich der von der Sonne getroffenen, höchst wichtig. Diese Verhältnisse sind bisher nur beim Erdboden näher untersucht, und nur als Annäherung dürfen wir die an diesem gewonnenen Ergebnisse auch auf feste in die Luft hineinragende Objekte anwenden. Diese Ergebnisse sind: dass die Temperatur der der Strahlung ausgesetzten festen Oberflächen stärker im Laufe des Tages schwankt, als die Temperatur der angrenzenden Luft, dass jedoch die Differenz vorwiegend in der grösseren Höhe des Temperatur-Maximums in der festen Oberfläche, viel weniger in einer Depression des Temperatur-Minimums besteht, so dass die Mitteltemperatur des festen Körpers in der Regel um einiges höher, als die der umspülenden Luft ist. Die Tiefe, in welcher die Amplitude der täglichen Schwankung ebenso gross ist, wie in der untersten Luftschicht, ist noch nicht näher untersucht, scheint jedoch ca. 5 cm zu betragen;*) doch ist die Periode hier nicht dieselbe, wie in der Luft, sondern zeitlich verschoben und insgesammt auf einen etwas höheren Mittelstand bezogen.

10. Von den beiden gegenwärtig am meisten gebrauchten Aufstellungsarten — (*a*) an der Nordwand eines Gebäudes und (*b*) in einer Hütte resp. einem Holzgehäuse, das frei in der Sonne steht — stumpft

*) Nach den direkten Beobachtungen in Nukuss; die Temperatur-Schwankungen nehmen danach gleich unter der Oberfläche schneller ab, als nach der Formel $log\ \Delta_p = A - Bp$; würde man nach dieser für Nukuss zwischen den Beobachtungen in 0.0 und 0.4 m Tiefe interpoliren, so erhielte man 10 cm, nach Stapff's neuen Beobachtungen in SW-Afrika in 0.0 und 0.31 m Tiefe 8 cm für jene Tiefe.

Digitized by Google

die erstere die täglichen Extreme ab und erniedrigt ein wenig die Mitteltemperatur, die zweite übertreibt die Extreme, wenn das Gehäuse dünnwändig ist, und verzögert sie (mit eventueller Abstumpfung) wenn dasselbe sehr massig ist; in beiden Fällen erhöht diese Aufstellung das Mittel ein wenig über das wirkliche. Es ist daher ein Mittelweg zu suchen, welcher aber zugleich an Freiheit der Luftbewegung womöglich beide Aufstellungen übertrifft. Kann man den wahren Weg nicht vollständig treffen, so ist es aus praktischen Gründen räthlicher, nach der Seite der Nordwand-Aufstellung von ihm abzuweichen, als nach jener der Hütten, weil aus Bequemlichkeits-Rücksichten die Fensteraufstellung sich für lange hinaus nicht wird ganz verdrängen lassen und die Vergleichbarkeit mit dieser (vorausgesetzt, dass sie im übrigen frei genug und gut gewählt sei) nicht ganz aus den Augen gelassen werden darf.

11. Da die Temperatur einer beschatteten, frei nach dem Zenit ausstrahlenden Bodenoberfläche auch um Mittag ein wenig unter die Lufttemperatur sinkt, so lässt sich durch passende Wahl der Winkelgrössen des beschatteten und unbeschatteten Bodens, welcher zur Thermometerkugel strahlt, die Strahlung vom Boden bis auf einen geringfügigen Betrag ausgleichen. Ebenso lässt sich durch Kombination eines vertikalen Körpers (Pfeiler) mit einem horizontalen oder geneigten (Dach) die Winkelgrösse des Schattens im Laufe des Tages ziemlich konstant halten.

12. Jede feste Aufstellung der Thermometer hat mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dass wegen der täglichen, zudem je nach der Jahreszeit verschiedenen Bewegung der Sonne eine Beschattung von vielen Seiten, und also eine bedeutende Behinderung der horizontalen Luftbewegung nöthig ist. In der französischen Aufstellung wird dies dadurch vermieden, dass ein vertikales Brett am Vormittag auf die Ost-, am Nachmittag auf die Westseite gesetzt wird, und dass die Thermometer so nahe dem doppelten schrägen Dache angebracht sind, dass keine Südwand nothwendig ist. Die Nähe des Daches sowohl als die unter Umständen sehr starke Bodenstrahlung sind Uebelstände dieser Aufstellung; dennoch erscheint dieselbe unter den vorhandenen als die empfehlenswertheste.

13. Von denjenigen Aufstellungen, bei welchen das Thermometer je nach der Tageszeit verschieden beschirmt resp. exponirt ist, kommen vor Allem in Betracht (*a*) die abwechselnde Ablesung von Thermometern vor nach Ost und nach West gerichteten Fenstern, und (*b*) der Glaisher'sche drehbare Thermometerstand. Der erstere Ausweg ist ein Nothbehelf, welcher unter Umständen gute Resultate geben kann, welcher aber die Vergleichbarkeit der Beobachtungen nicht nur zwischen verschiedenen Stationen, sondern auch in der Beobachtungsreihe selbst so sehr beeinträchtigt, dass er für eine allgemeine Einführung nicht in Frage kommen kann. Denn die Temperatur zeitweise von der Sonne beschienener Hauswände ist auch für viele Stunden nach Aufhören des Sonnenscheines in höchstem Grade von der Natur und Grösse dieser Wände, der Stärke der Luftbewegung u. s. w. abhängig.

Der Glaisher'sche Stand leidet an zwei Uebelständen: dass die Thermometer gegen Regen fast gar nicht geschützt sind, und dass er wegen ungenügender Dämpfung der Strahlungs-Einflüsse die tägliche Temperaturperiode übertreiben, also zu hohe Maxima und zu tiefe Minima geben soll. Das letztere — der zu niedrige Stand der Minima — scheint indessen noch nicht sicher nachgewiesen zu sein, da es nicht sicher ist, ob nicht die damit verglichene Aufstellung eine Abstumpfung dieses Extremes hervorbrachte. Das zu hohe Maximum dürfte darin seine Erklärung finden, dass 1) der Boden unter dem Instrument fast gar nicht beschattet ist, 2) die ziemlich dünnen Bretter des schrägen Daches bis zum Nachmittag von der Sonne durchwärmt werden, namentlich da dasselbe mitgedreht und dadurch stets in der wirksamsten Stellung zu den Sonnenstrahlen gehalten wird.

Die Nachtheile von (*a*) und (*b*) werden zu einem grossen Theile vermieden, wenn man, entweder wie bei den in No. 2 des Bandes 1885 beschriebenen Untersuchungen auf dem Reservoir bei der Seewarte geschah, die Thermometer in einem kleinen luftigen Blechgehäuse jeweils auf der Schattenseite eines kleinen Gebäudes von geeigneter Form beobachtet, oder wie es 1858—64 unter Dr. Neumayer auf dem Flagstaff-Observatorium zu Melbourne stattfand, dem drehbaren Gehäuse etwas grössere Dimensionen und eine die Thermometer und den Boden darunter stärker schützende Gestalt ertheilt. Bei den letzteren Beobachtungen wurde zudem das Gehäuse kurz vor der Ablesung in den Wind gedreht, um unbeeinflusste Luft zu erlangen.

14. Da eine Konzentration der beobachteten Instrumente viele grosse Vortheile bietet, — weil sie die Gründung und Instandhaltung einer Station erleichtert, die Güte und Zusammengehörigkeit der Ablesungen befördert und deren Deutung sicherer macht —, so ist die Zusammenlegung der Thermometer-Aufstellung

Digitized by Google

mit jener eines anderen Instruments vortheilhaft. So war die erwähnte Thermometer-Aufstellung von Dr. Neumayer zu Melbourne mit dem Maste kombinirt, der die Windfahne trug. Da aber in der Regel die Aufstellung der letzteren auf einem Dache leichter ist, dagegen an die Aufstellung des Regenmessers sehr ähnliche Anforderungen zu machen sind, wie an jene des Thermometers, so dürfte die Kombination mit dem Regenmesser sich mehr empfehlen. Von mehreren Seiten ist in neuerer Zeit darauf hingewiesen worden, dass der Aufstellung der Regenmesser mehr Sorgfalt als bisher zugewendet werden müsse, und ist die Anbringung besonderer Beschirmungen für dieselben empfohlen worden. Eine richtige Messung des Schneefalls ist bei Wind unter den gewöhnlichen Umständen fast unmöglich, und die in England beliebte tiefe Aufstellung am Boden für diesen Fall geradezu unzulässig. Dass sie aber auch für tropische Stationen nicht ohne Nachtheile ist, hat eben noch Direktor Doberck von Hongkong anerkannt. Nehmen wir als Mittelweg von den beiden als ungefähr gleich gut erprobten Beschirmungen — dem Nipher'schen Trichter und dem viereckigen Bretterzaun — einen geräumigen Trichter aus vier starken Brettern oder mehrfachem Drahtnetz, und bringen diesen auf einem $2^1/_2$ m hohen Pfeiler an, so haben wir damit zugleich einen Schutz für Thermometer gefunden, der nur durch eine theilweise Verdoppelung ergänzt zu werden braucht. An diesem Pfeiler wird das Psychrometer drehbar angebracht, so dass es nach jeder Beobachtung in die für die nächste geeignete Stellung gebracht wird. Als Schutz der Thermometerkugeln vor Regen dient ein kleines Gehäuse, das nach unten nicht tiefer reicht, als die Kugeln, und nach oben die Skalen der Thermometer frei herausragen lässt, so dass die Ablesung bei bester Beleuchtung geschieht. Ist jedoch Gefahr vor einer Beschädigung der Thermometer vorhanden, so wird der obere Theil desselben in ein Holzschränkchen eingeschlossen, so dass die Aufstellung insoweit jener auf den dänischen Stationen gleichkommt. Es ist wünschenswerth, neben dem trockenen und feuchten Thermometer noch ein geschwärztes anzubringen zur häufigen Bestimmung des Sinnes und der relativen Grösse des Strahlungsfehlers.

Auf Details einzugehen, wird erst nach der eingehenden Erprobung dieser Aufstellung an der Zeit sein, welche ich hoffe bald ausführen zu können. Bei dieser wird auch, soweit das hiesige Klima dies gestattet, die Frage untersucht werden, inwieweit die Drehung des Thermometer-Stativs sich durch die — namentlich der Extremthermometer wegen — manche Vortheile bietende feste Aufstellung mit Beschattung durch bewegliche Läden ersetzen lässt, ohne die Vergleichbarkeit der Resultate mit jenen des vollständigeren Apparates zu beeinträchtigen.

Digitized by Google

AUS DEM
ARCHIV DER DEUTSCHEN SEEWARTE.
X. Jahrgang 1887.
Herausgegeben von der Direktion der Seewarte.

No. **3.**

Der Kreislauf der atmosphärischen Luft zwischen hohen und niederen Breiten, die Druckvertheilung und mittlere Windrichtung.

Von

M. Möller,
Regierungs-Baumeister.

HAMBURG, 1887.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

		Seite
	Einleitung	1
1.	Die ablenkende Kraft der Erdrotation	2
2.	Die Flächen gleichen Druckes und die horizontalen Temperatur-Differenzen	2—5
3.	Die Lage der Flächen gleichen Druckes in der Erdatmosphäre	5—6
4.	Ferrel's Erklärung für die Ursache einer Erhaltung starker Neigung der Flächen gleichen Druckes in den gemässigten und kalten Zonen der Erdatmosphäre	6—7
5.	Ferrel's Rechnungen	8
6.	Die Arbeits-Leistung, hervorgerufen durch die Temperatur-Differenzen in der Atmosphäre	8—11
7.	Die thatsächlich vorhandene Luftzirkulation	11
	a) Die Luftzirkulation der heissen Zone im Allgemeinen	11—12
	b) Darstellung der Luftzirkulation der heissen Zone, gestützt auf Zahlen-Rechnungen	13
	α. Saugeströme uud Stauströme für die Verhältnisse im Jahres-Mittel	13—16
	β. Graphische Darstellung der Sauge- und Stauströme, der Grenzscheide derselben, der steigenden und fallenden Ströme und der Flächen gleichen Druckes	16—18
	γ. Die Trocken-Zone	18—19
	c) Die Gürtel höchsten Druckes	19—20
	d) Die Luft-Zirkulation in der gemässigten Zone im ganzen Jahre wie in der arktischen Zone zur Sommerzeit	20—23
	e) Wechselnde Bewegungs-Erscheinungen in der Atmosphäre	23—24
	f) Die Kalmen-Zone am Aequator	24—25
	g) Die arktische Zone im Winter	25—26
	h) Grösse der Arbeitsleistung in verschieden hohen Luftschichten	26
	i) Zusammenstellung der Resultate	26—27
8.	Schluss	27—28

Eine lithographirte Zeichnung: Darstellung der Sauge- und Stauströme, der Grenzscheide derselben, der steigenden und fallenden Ströme und der Flächen gleichen Druckes der Luftzirkulation niederer Breiten.

Digitized by Google

Digitized by Google

No. **3.**

Der Kreislauf der atmosphärischen Luft zwischen hohen und niederen Breiten, die Druckvertheilung und mittlere Windrichtung.

Von **M. Möller**, Regierungs-Baumeister.

Seit dem Jahre 1881 habe ich mich mit der Frage eines Luftaustausches zwischen Aequator und Pol, resp. Zonen verschiedener Breite beschäftigt. Ich studirte zumal die Arbeiten Ferrels, Herr Professor Dr. Köppen stellte mir gütigst die unten benannten Abhandlungen*) zur Verfügung und deutete an, dass die Ursachen und Erscheinungen, welche die allgemeine Luftzirkulation herbeiführen, resp. begleiten, in neuerer Zeit von den vorgeschrittensten Meteorologen als durch die Ferrel'schen Entwickelungen geklärt und auf die Grundursachen zurückgeführt erachtet seien; allerdings könne er sich den Ferrel'schen Resultaten in einzelnen Punkten nicht ganz anschliessen.

Die Ferrel'schen Untersuchungen und Rechnungen könnten wohl ein Bild der wahren Luftbewegung liefern, wenn überall in die Formeln der thatsächlich vorhandene Bewegungs-Zustand der Luft und ferner der volle Werth der Reibungs-Einflüsse eingesetzt würde. Dies auszuführen ist aber nicht möglich; die empirischen Werthe der Reibungs-Koeffizienten für bewegte Luft der Tiefe, wie für Luftströmungen in der Höhe und die Einflüsse von Mischungen verschieden bewegter Luftmassen sind theilweise oder ganz unbekannte Grössen. Hierin liegt die Schwierigkeit einer weitgehenden Nutzanwendung der Ferrel'schen Theorien.

Meine Bemühungen gehen dahin, diese Schwierigkeit theilweise zu umgehen, indem ich die auf der Erdoberfläche gemessene vorhandene Druckvertheilung in der Atmosphäre als ein Resultat aus den treibenden Temperatur-Differenzen, den die Bewegung und die Druckverhältnisse umgestaltenden Trägheits-Kräften und aus den die Bewegung hemmenden Reibungs-Widerständen auffasse und von dieser Druckvertheilung als Fundament ausgehend, weiterbaue. Es wird zunächst versucht, ein Bild von der Grösse und der Richtung der Gradienten höherer Luftschichten zu gewinnen, um aus den Gradienten alsdann auf die Winde zu schliessen.

Die Erörterungen über die Grösse der Windgeschwindigkeiten stützen sich vorwiegend auf die bekannte Gleichung

$$\mathfrak{m}\mathfrak{p} = 2\mathfrak{m}\, v\,\omega\, \sin\varphi + \mathfrak{m}\frac{v^2}{r/\sin\varphi}$$

(vergl. „Lehrbuch der Meteorologie", Sprung, Seite 23,) oder auf die durch eine kleine Umformung erzielte im folgenden Abschnitt besprochene Gleichung

$$\mathfrak{p} = v\,(\omega + \omega')\,\sin\varphi.$$

Je nachdem die durch das Trägheits-Vermögen hervorgerufenen ablenkenden Kräfte einer grösseren oder kleineren Ablenkungs-Beschleunigung entsprechen, als die durch den Gradient veranlasste Beschleunigung ausmacht, entstehen verschiedene Windbahnen, welche darzustellen im Abschnitt 6 und zumal im Abschnitt 7 versucht wurde.

---

*) Zusammenstellung älterer Schriften Ferrels:

Professional papers of the signal service, No. XII. — Popular essays on the movements of the atmosphere by Prof. William Ferrel. — United states of America, War department — Washington 1882.

Paper No. 1 „1856", — Paper No. 2 „1861", — Paper No. 3 „1871", — Paper No. 4 „1874", — Paper No. 5 „1881".

Die erste Schrift (Paper No. 1) findet sich in einem Blatt für Medizin und Chirurgie, die übrigen in der Zeitschrift „American Journal of Science" und in „Nature".

Ferrels Berechnungen: Professional papers of the signal service, No. VIII, 1882. — The motions of Fluids and solids on the earth's surface — by Professor William Ferrel.

Digitized by Google

1. Die ablenkende Kraft der Erdrotation.

Zum Verständniss des Nachfolgenden sei an die Eigenart der Luftbewegung unserer Erdatmosphäre erinnert, nach welcher die Winde nicht geradeaus eilen können. Bewegte Luft wird durch die Fliehkraft der Erdrotation beständig von der ursprünglichen Richtung abgelenkt und zwar auf der Nordhemisphäre nach rechts, auf der Südhemisphäre nach links. Es kann z. B. ein Wind nur dann stetig als Westwind wehen, wenn der Ablenkung die Wirkung einer Luftdruck-Differenz entgegen wirkt und die Ablenkung des Windes aufhebt. Die Grösse der Trägheits-Kraft, mit welcher bewegte Luft von dem Breitenkreise ablenkt, wenn sie ganz sich selbst überlassen ist, wird durch den Ausdruck der ablenkenden Beschleunigung $v\,(\omega+\omega')\,sin\,\varphi$ gemessen, worin v die Windgeschwindigkeit in Richtung des Breitenkreises, ω die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation, ω' die Winkelgeschwindigkeit der absoluten Luftbewegung, das heisst $\omega' = \omega + \frac{v}{r}$, r der Radius des Breitenkreises und φ die geographische Breite bedeutet. Für niedere Breiten weicht in obigem Ausdruck ω' von ω so wenig ab, dass zunächst die Ablenkungs-Beschleunigung meistens $2\,v\,.\,\omega\,.\,sin\,\varphi$ geschrieben werden soll, obwohl strenge genommen dieser letztere Ausdruck für den Werth der Ablenkungs-Beschleunigung sich auf die Abweichung vom grössten Kreise und nicht vom Breitenkreise bezieht.*) In jenem Ausdruck hat $2\,\omega$ folgenden Werth. Ein bürgerlicher Tag hat $24\,.\,3600 = 86400$ Sekunden. Die Erde dreht sich aber nicht in einem bürgerlichen Tage, sondern in einem Tage Sternzeit einmal um ihre Achse. Dies sind 86164 Sekunden. Daher ist zu setzen:

$$2\,\omega = 2 \cdot \frac{2\,\pi}{86154} = 0{,}0000729.$$

Beispiel: für $v = 20^m$ und $\varphi = 30°$ ist $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi = 2\,.\,20\,.\,0{,}0000729\,.\,{}^1/_2 = 0{,}001458^m$.

In 100 Sekunden wird also der Westwind von 20 m Stärke gegen den Breitenkreis, welchen derselbe anfangs verfolgte, um

$$s = \frac{\mathfrak{p}\,t^2}{2} = \frac{0{,}001458 \cdot 100 \cdot 100}{2} = 7{,}29\ \text{m}$$

abgelenkt worden sein, wenn keine störenden Einflüsse, z. B. Druck-Differenzen vorhanden sein würden. Solche die Ablenkung theilweise oder ganz aufhebende Druck-Differenzen sind aber immer vorhanden, so dass der Wechsel in der Bahnrichtung des Windes stets von der Differenz der Kräfte Gradient und Ablenkung durch Trägheit abhängig ist.

Eine Ableitung obiger Formeln findet sich in No. 490 und No. 506, Jahrgang 1885, der „Deutschen Bau-Zeitung."

Zwischen der Trägheits-Ablenkung und dem Gradienten, d. h. der jeweilig in der Luft vorhandenen Druck-Differenz besteht eine äusserst innige Wechselbeziehung, indem die erstrebte Ablenkung stets nach der Seite der Ablenkung hin Luft-Zusammendrückung und Druckdifferenzen erzeugt, welche alsdann als Widerstand, als eine Reaktion auftreten und meistens der Ablenkung theilweise entgegen wirken.

2. Die Flächen gleichen Druckes (isobarische Flächen) und die horizontalen Temperatur-Differenzen.

In der Folge werden die nachstehenden Erwägungen benutzt und sollen dieselben daher der eigentlichen Abhandlung voraufgehen.

Es bestehe am Orte A der Druck $p + \Delta p$, am Orte B der Druck p. Die horizontale Druckdifferenz Δp bewirkt alsdann einen Antrieb zu horizontaler Bewegung, deren Beschleunigung durch den Ausdruck $\mathfrak{p}$ gleich Kraft dividirt durch Masse

$$\mathfrak{p} = \frac{\Delta p \cdot F}{L \cdot F \cdot \varrho/g} = \frac{\Delta p/\varrho}{L} \cdot g$$

gemessen wird. Bei Aufstellung dieser Gleichung wurde der Bewegungs-Zustand einer liegenden Luftsäule

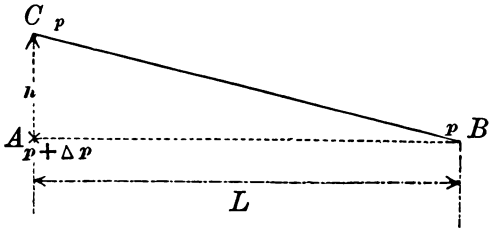
*) Vergl. Archiv der Deutschen Seewarte, II. Jahrgang 1879, „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck", von Dr. A. Sprung.

Digitized by Google

der Querschnittsfläche F, der Länge L und des Gewichtes ϱ pro cbm untersucht. Die wirksame Druckdifferenz Δp greift an jeder Flächen-Einheit der Querschnittsfläche F an, so dass die wirksame ganze Kraft dem Produkte aus Δp und F entspricht. Die zu treibende Last ist das Gewicht der liegenden Luftsäule, deren Volumen $F \cdot L$ und deren Masse $F \cdot L \cdot \frac{\varrho}{g}$ beträgt.

Bedeutet h die Höhe einer vertikalen Luftsäule AC, der Dichte ϱ, d. h. deren Gewicht pro cbm Rauminhalt ϱ beträgt und deren Gewicht pro Flächen-Einheit ihres Querschnittes $h \cdot \varrho = \Delta p$ ist, dann lässt sich obige Formel wie folgt schreiben:

$$\mathfrak{p} = \frac{h}{L} \cdot g$$



In nebenstehender Figur ist der obere Punkt C der vertikalen Luftsäule mit B verbunden. Es ist h das absolute und $\frac{h}{L}$ das relative Gefälle der Linie CB.

Ein auf der geneigten Linie CB ohne Widerstand hinab gleitender Körper würde nach dem Gesetz der schiefen Ebene eine horizontale Beschleunigung $\mathfrak{p} = g \cdot \frac{h}{L}$ besitzen, welche also ebenso gross ist, wie die obige durch die Druckdifferenz Δp hervorgerufene Beschleunigung der Luft.

Das relative Gefälle $\frac{h}{L}$ drückt man am einfachsten durch den Bruch $\frac{1}{n}$ aus.

In C herrscht der gleiche Druck wie in B, weil der Druck $(p+\Delta p)$ in A aus dem Druck in C, vermehrt um das Gewicht $h \cdot \varrho$, der die Luft in A belastenden Luftsäule CA, resultirt und weil ferner nach dem Vorigen $\Delta p = \varrho h$ ist, so dass man zur Berechnung des Druckes in C den Werth $\varrho h = \Delta p$ von $p+\Delta p$ abziehen muss und alsdann den Werth p erhält, welcher sich nach dem Vorigen auch in B vorfindet.

In vorstehender Figur wie auch in der Folge sollen die geneigten Linien gleichen Druckes (hier CB bezeichnet) das stärkste Gefälle der im Raume vorhandenen Flächen gleichen Druckes darstellen, so dass die Bildebene mit der Richtung des stärksten Gefälles der Flächen gleichen Druckes zusammen fällt.

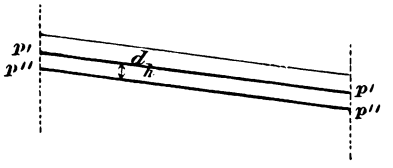
Satz 1. „Die Grösse einer horizontalen Beschleunigung der Luft durch Druckdifferenzen ist $\mathfrak{p} = \frac{g}{n}$, wenn $\frac{1}{n}$ das Gefälle der Fläche gleichen Druckes und g die Beschleunigung der Schwere bedeutet."

In der Erdatmosphäre kommen Neigungen der Flächen gleichen Druckes von 1 zu 10,000 oder gar von 1 zu 2000 vor, so dass im letzteren Fall die Luft, welche dem Gefälle direkt folgen würde, in 1000 Sekunden $1000 \cdot \frac{g}{2000} = 1000 \cdot \frac{9{,}81}{2000} = 4{,}9$ m Geschwindigkeit annehmen würde. In Folge der seitlichen Ablenkung durch die Erdrotation, im Betrage $2 v \omega \sin \varphi$, kann die Luft diesem Gradienten nicht direkt folgen und vergeht daher, wie in Folge der Verluste durch Reibungs-Widerstände, eine erheblich längere Zeit bis die bezügliche Geschwindigkeit erreicht werden kann.

Die Darstellung der Fläche gleichen Druckes, der Niveau-Linie eines Flusses vergleichbar, erleichtert die richtige Darstellung der Druck-Verhältnisse und die klarere Auffassung vieler meteorologischer Vorgänge. So wird z. B. nach Obigem durch die geringere oder stärkere Neigung der Flächen gleichen Drucks direkt die Horizontal-Beschleunigung der Luft gemessen. Letzteres ist z. B. nicht unmittelbar ausführbar durch die Angabe der Gradienten (Druckunterschiede in horizontalem Sinne), da je nach der Dichtigkeit der Luft sich bei gleichen Gradienten verschiedene Beschleunigungen entwickeln. Bei 735 mm Barometerstand und 10° Wärme bedingt z. B. ein gegebener Gradient mindestens 1,18 mal so starke Beschleunigung als derselbe Gradient bei 770 mm Druck und 20 Grad Kälte veranlassen würde. Hierbei ist noch nicht einmal berücksichtigt, dass der Feuchtigkeitsgehalt die Luft leichter macht und daher auch das Gewicht der warmen Luft noch vermindert und somit die Beschleunigung der warmen feuchten Luft ferner erhöht wird.

Digitized by Google

Satz 2. „Wenn in Richtung der Gefäll-Linien der Flächen gleichen Druckes keine Temperatur-Differenzen etc. bestehen, so dass an Orten gleichen Luftdruckes überall auch gleiche Luft-Dichtigkeit auftritt; dann verlaufen die Flächen gleichen Druckes einander parallel und sind die Beschleunigungen, welche durch die Neigung der Gefäll-Linien in horizontaler Richtung bedingt sind, in allen Höhenschichten einander gleich, entsprechend dem konstanten Werthe $\mathfrak{p} = \frac{g}{n}$."



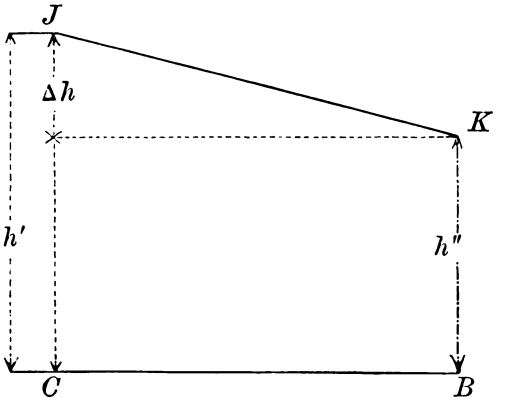
Der Beweis ergiebt sich unmittelbar aus der Entstehung der Flächen gleichen Druckes. In der unteren Fläche ist der Druck p'' überall um das Gewicht der Zwischenschicht $d_h \cdot \varrho$ grösser als in der unmittelbar darüber liegenden Fläche gleichen Druckes, so dass $d_h \cdot \varrho$ konstant $= p'' - p'$ sein muss. Nun ist aber längs einer schmalen Schicht gleichen Druckes bei konstanter Temperatur die Dichte ϱ konstant, somit resultirt auch, dass d_h, d. h. der Vertikalabstand zweier unendlich nahe belegenen Flächen gleichen Druckes, konstant sei, die Flächen selbst also einander parallel verlaufen.

Die Flächen gleichen Druckes sind auch dann einander parallel, wenn in vertikalem Sinne Temperatur-Differenzen bestehen, wenn nur in Richtung der Flächen gleichen Druckes, sagen wir kurz in horizontalem Sinne, die Temperatur nicht wechselt. In diesem Fall ergiebt sich h, der Vertikalabstand zweier Flächen gleichen Druckes an allen Orten konstant, weil h sich aus der Summe konstanter Differentialgrössen d_h zusammensetzt.

Satz 3. Flächen gleichen Druckes konvergiren nach der Seite der niedrigen Temperatur und divergiren nach der Seite der höheren Temperatur, wenn in Richtung der Flächen gleichen Druckes Temperatur- und Dichtigkeits-Differenzen in der Atmosphäre bestehen. Das Maass der Konvergenz Δh berechnet sich aus der Gleichung

$$\Delta h = \int_0^{h'} \frac{t' - t''}{273 + t'} \cdot d_{h'} \qquad \text{(vergl. nebenstehende Skizze.)}$$

Beweis: Ueber der Fläche gleichen Druckes CB liege die Fläche gleichen Druckes JK. Die Temperatur bei C werde t', die Temperatur bei B werde t'' genannt. Der Abstand, in vertikaler Richtung gemessen, betrage bei J resp. C zwischen beiden Flächen h', bei K und B aber h'' Meter. Die Differenz $h' - h'' = \Delta h$ werde als absolutes Maass der Konvergenz der Flächen JK und CB bezeichnet und in Nachfolgendem berechnet.



Es ist nach der Definition der Flächen gleichen Druckes

$$\int \cdot d_{h'} \cdot \varrho' = \int d_{h''} \cdot \varrho''$$

oder:

$$d_{h'} \cdot \varrho' = d_{h''} \cdot \varrho''$$

$$d_{h'} \cdot \frac{\varrho'}{\varrho''} = d_{h''}$$

$$\Delta d_h = d_{h'} - d_{h''} = d_{h'} \left(1 - \frac{\varrho'}{\varrho''}\right)$$

Δd_h ist identisch mit $d_{\Delta h}$, d. h. es ist die Differenz Δd_h, welche das Maass der Konvergenz zweier unendlich nahen Schichten bedeutet, zugleich ein unendlich kleiner Theil der ganzen absoluten Konvergenz Δh, also ein Differential derselben, somit ist: $d_{\Delta h} = d_{h'} \left(1 - \frac{\varrho'}{\varrho''}\right)$.

Das Verhältniss der Dichtigkeiten in einer Schicht gleichen Luftdruckes und gleicher Dampfspannung etc. ist nur abhängig von der Temperatur und zwar besteht die Beziehung:

$$\frac{\varrho'}{\varrho''} = \frac{273° + t''}{273° + t'}.$$

Digitized by Google

Dies eingesetzt giebt:

$$d_{\Delta h} = d_{h'}\left(1 - \frac{273° + t''}{273° + t'}\right) = d_{h'}\left(\frac{t' - t''}{273° + t'}\right)$$

$$\Delta h = \int_{h'=0}^{h'=h'} d_{h'}\left(\frac{t' - t''}{273° + t'}\right).$$

In dieser Formel ist der Werth t' und t'' nach der Höhe variabel. Zur Bestimmung des Resultates kann man nun entweder t' und t'' als Funktionen von h' einführen und dann nach h' integriren, oder man kann staffelförmig die Rechnung vornehmen und zunächst für eine Höhenschicht $\frac{h'}{m}$ die Berechnung unter der Annahme ausführen, dass für diese Schicht kleiner Höhendimension statt der variabelen Werthe t' und t'' Mittelwerthe t' und t'' der Rechnung zu Grunde gelegt werden dürfen, welche innerhalb je einer Staffel als konstante Grössen bei der Integration funktioniren, alsdann wird

$$\frac{\Delta h}{m} = \frac{t' - t''}{273° + t'} \cdot \frac{h'}{m}$$

und

$$\Delta h = \sum \frac{t' - t''}{273° + t'} \cdot \frac{h'}{m}.$$

Beispiel: Es sei angenommen, dass die Temperatur-Differenz zwischen dem 30sten Breitenkreise und dem Pol in allen Höhenschichten im Mittel 50 Grad betrage, dass ferner die mittlere Temperatur einer bis in 10 000 m Höhe reichenden Luftschicht am 30sten Kreise 5 Grad sei. Es soll nun die absolute Grösse der Konvergenz der untersten und der in 10 000 m Höhe befindlichen Fläche gleichen Druckes zwischen dem 30sten Kreis und dem Pol ermittelt werden.

$$\Delta h = \frac{50}{273 + 5} \cdot 10000 = 1800 \text{ m}.$$

Wenn am Erdboden z. B. die Fläche gleichen Druckes horizontal verliefe, dann müsste jene in 10 000 m Höhe am 30sten Breitenkreise beginnende Fläche gleichen Druckes zum Pol um 1800 m abfallen. Eine ohne jeglichen Widerstand an jener geneigten Fläche zum Pol herabgleitende Masse würde den Pol mit der Endgeschwindigkeit $v = \sqrt{2gh}$, $v = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1800} = 188$ m erreichen, vorausgesetzt, dass weder seitliche Ablenkung noch sonst irgend etwas die Bewegung störte.

Die Anwendung der Formel $v = \sqrt{2gh}$ ist nach Satz 1 und dessen Folgen richtig.

3. Die Lage der Flächen gleichen Druckes in der Erdatmosphäre.

Die in obigem Beispiel verwendeten Zahlen entsprechen ungefähr den in der Erdatmosphäre thatsächlich vorhandenen Verhältnissen. Mit Ausschluss der Gegenden in unmittelbarer Nähe der Pole sind die Druckverhältnisse der Atmosphäre für die untersten, dem Erdboden nahe liegenden Schichten durch Beobachtung am Barometer festgelegt, so dass man sich für diese Schichten die Lage der Flächen gleichen Druckes ausrechnen kann. Hiernach wechselt die Höhenlage der Fläche gleichen Druckes wesentlich nach der Vertheilung von Wasser und Land und besonders nach der Temperatur-Vertheilung, welche von der Jahreszeit abhängig ist. Im Sommer sinkt der Luftdruck über dem Lande und steigt über dem Meere, im Winter stellt sich höherer Luftdruck über den erkaltenden Kontinenten ein. Von diesen Ungleichheiten abgesehen finden wir am Aequator mittelhohen Luftdruck, am 30sten Breitenkreise auf jeder Halbkugel etwa um 8 mm höheren Druck, so dass am Aequator die Fläche gleichen Druckes eine Einsenkung von fast 10000* . 8 mm = 80 Meter bildet und vom Aequator zum 30sten Breitenkreise um dieses Maass ansteigt. Jenseits des 30sten Breitengrades senkt sich diese Fläche gleichen Druckes in der Nähe des Erdbodens auf der Nordhemisphäre um etwa 100 Meter, erreicht in einer Breite von 60 bis 65° eine um etwa 25 m tiefere Lage als am Aequator und steigt alsdann zu den Polen wieder etwas an. Ueber die arktischen Zonen selbst liegen noch

*) Bei 1 Atm. Druck und 0° Celsius ist Luft rund 10000 mal leichter als Quecksilber.

Digitized by Google

wenige Beobachtungen vor; man glaubt jedoch erkannt zu haben, dass in Nähe des Nordpoles der Luftdruck im Mittel wenig höher sei als am Aequator, die Fläche gleichen Druckes also gegen den Pol mässig ansteige. Auf der Südhemisphäre senkt sich die Fläche gleichen Druckes vom 20sten Breitengrade um mindesten 200 m bis in die Gegend des 60sten Grades, um dann gegen den Südpol um ein unbekanntes Maass wieder zu steigen.*)

Wohl erkennt man aus diesen Angaben, dass mindestens zwischen dem 30sten und 60sten Breitenkreise sich in beiden Hemisphären ein Gürtel um die ganze Erde legt, in welchem schon in der Tiefe die Flächen gleichen Druckes um ein erhebliches Maass polwärts abfallen. Dieses mittlere polwärts gerichtete Gefälle nimmt mit der Höhe zu, weil alle Flächen gleichen Druckes polwärts konvergiren. In etwa 10 000 m Höhe würde sich hiernach auf der Nordhemisphäre zwischen dem 30sten und 60sten Breitenkreise ungefähr ein absolutes Gefälle von 860 m, auf der Südhemisphäre ein solches von 960 m ergeben, weil die Flächen gleichen Druckes der Tiefe und der Schicht von etwa 10 000 m Höhenlage ungefähr eine Konvergenz von 760 m auf dieser Strecke aufweisen werden, wenn die horizontale Temperatur-Differenz etwa 22 Grad Celsius zwischen diesen Breiten beträgt. Das relative Gefälle beträgt in der Höhe von 10 000 m, obigen Zahlen entsprechend, auf jener Strecke von 450 Meilen meridionaler Länge im Mittel 1 : 4000 resp. 1 : 3500.

Wenn auch vereinzelt Zweifel darüber laut werden könnten, ob die gegebenen Zahlen der Wirklichkeit entsprechen, ob nicht vielleicht in sehr grossen Höhen die meridionalen Temperatur-Unterschiede wesentlich verschwinden, so ist dagegen anzuführen, dass alle Beobachtungen auf Bergeshöhen die horizontale Temperatur-Abnahme gegen die Pole hin auch für sehr hohe Niveaus erwiesen haben und dass ferner für die nachfolgenden Besprechungen es auch zunächst von keiner Bedeutung ist, ob das Gefälle der hohen Flächen gleichen Druckes in unserer Atmosphäre just so gross sei, wie durch obige Zahlen angedeutet wurde; es genügt vollkommen zu wissen, dass im Mittel in der Höhe die Flächen gleichen Druckes alle trichterförmig mit einem bedeutenden Gefälle sich dem Pol, resp. dem Kältepol der arktischen Zone zuneigen.

4. Ferrel's Erklärung für die Ursache einer Erhaltung starker Neigung der Flächen gleichen Druckes in den gemässigten und kalten Zonen der Erdatmosphäre.

Es ist Ferrel's Verdienst,**) erwiesen zu haben, dass in unserer Atmosphäre so stark geneigte Flächen gleichen Druckes bestehen können, ohne dass die Luft sofort, dem Pole zufliessend, das trichterförmige, von den geneigten Flächen gleichen Druckes gebildete Thal mit Luftmasse anfülle. Thäte die Luft dies, würde also in der Höhe zuerst in allen Schichten dem Pol Luft zuströmen bis zunächst unten die polwärts gerichtete Neigung verloren ginge und der Druck sich steigerte bis endlich ein Ausgleich dadurch stattfände, dass in mittlerer Schicht, z. B. in etwa 5000 m Höhe, wo der Luftdruck $^1/_2$ Atmosphäre beträgt, keine Neigung, darüber Neigung polwärts, darunter Neigung aequatorwärts sich einstellte, dann würde sich die Konvergenz von 1800 m so vertheilen, dass in 10 000 m Höhe vom 30sten Kreise zum Pol 900 m Gefälle verbliebe und unten in der Nähe des Erdbodens entgegengesetzt vom Pol zum 30sten Kreise sich 900 m Gefälle ergeben müsste. Alsdann betrüge der Luftdruck am Pol etwa um 90 bis 100 mm Quecksilber-Säule mehr als am 30sten Breitenkreise.

Aus dem Umstande, dass eine solche Steigerung des Luftdruckes vom 30sten bis 60sten Breitenkreise überhaupt nie statthat, sondern dass vielmehr der Druck vom 30sten bis zum 60sten Kreise an Stärke abnimmt, erkennen wir, dass thatsächlich eine Füllung des trichterförmigen Gebildes der Flächen gleichen Druckes höherer Breiten nicht statthat.

Ferrel hat nun zweierlei nachgewiesen, nämlich erstens erklärt, dass die aus dem polwärts gerichteten Gefälle der Flächen gleichen Druckes resultirende, meridionale, zum Pol drängende Beschleunigung $\frac{g}{n}$ fast aufgehoben werde durch eine zum Aequator weisende Fliehkraft $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$, welche dadurch herbei geführt ist, dass die Luft in der Höhe im Mittel als Westwind mit der Geschwindigkeits-Komponente v

*) Vergl. Sprung, Lehrbuch der Meteorologie. Tafel XVI und XVII.
„ H. Mohn, Grundzüge der Meteorologie, S. 136 und 138.

**) „ Lehrbuch der Meteorologie, Dr. A. Sprung, Seite 198.

Digitized by Google

weht. Die ganze Luftmasse kreis't um den Kältepol und erleidet durch diese Wirbelbewegung eine Senkung der Oberfläche und aller Flächen gleichen Druckes, wodurch das Gefälle $\frac{1}{n}$ der Flächen gleichen Druckes, ähnlich wie bei einem Wasserwirbel, erhalten wird.

Die Fliehkraft genügt nach Ferrel in den oberen Schichten der Atmosphäre zwar nicht vollkommen zur Ueberwindung der Wirkung des Gefälles, sondern es ergiebt sich v etwas zu klein, so dass die Luft sich auf spiralförmiger Bahn ganz langsam dem Pole nähert. Dabei verstärkt sich der Westwind, weil nach dem Gesetz der Flächen jede meridionale d. h. radikale Beschleunigung in Umfangs-Geschwindigkeit verwandelt wird. Eine Verstärkung der Umfangs-Geschwindigkeit findet bei Annäherung an den Drehmittelpunkt, hier den Pol, statt, eine Schwächung der Umfangs-Geschwindigkeit dagegen bei Entfernung vom Drehmittelpunkt. Hierdurch ist die Nothwendigkeit für die Ausbildung eines in der Höhe im Mittel vorhandenen Westwindes begrenzter Grösse als Resultat der allmählichen Annäherung an den Pol angedeutet.

Mit der Auffindung des obigen, die Ausfüllung des polaren Trichters verzögernden Umstandes hat sich Ferrel nicht begnügt, sondern sehr wohl erkannt, dass, wenn auch die Fliehkraft die schnelle Ausfüllung verhindert, dennoch allmählich in der Höhe ein Zufluss von Luft zum Pol erfolgen werde, der, wie klein er auch sei, durch einen Abfluss wieder ausgeglichen werden müsse, damit die den Druck am Pol steigernde Wirkung des Zuflusses durch entsprechende Abführung von Luft vernichtet werde. Der Zufluss in der Höhe vom Aequator her ist aber nothwendig, weil nur durch Annahme eines Zuflusses sich die grossen Westwind-Geschwindigkeiten der Höhenschichten erhalten können; ohne Zufluss von Luft aus niederen Breiten würde die vorhandene Bewegung durch Reibung verzehrt werden. Für jene Gebiete, wo in der Tiefe der Druck vom Pol in Richtung des Meridians abnimmt, ist der Rückstrom leicht erklärt, denn dort wird in der Tiefe die Luft durch den polaren Ueberdruck einfach wieder in niedere Breiten zurück getrieben. Weitaus schwieriger ist die Beantwortung derselben Frage für diejenigen Zonen, woselbst auch in der Tiefe in Nähe des Erdbodens im Mittel schon in den untersten Luftschichten das Gefälle der Flächen gleichen Druckes polwärts gerichtet ist und woselbst ferner in der Höhe das Gefälle besonders steil zum Pol abfallen wird. In allen Höhenschichten wehen in dieser Zone zwischen den 30sten und 60sten Breitenkreisen im Mittel westliche Winde, welche in der Tiefe in unmittelbarer Nähe des Erdbodens eine polwärts gerichtete Komponente besitzen, also dem polaren Trichter Luft zuführen. Diese polwärts gerichtete Komponente entsteht in der Tiefe dadurch, dass die Westwind-Geschwindigkeit v, abgeschwächt durch den starken Reibungs-Widerstand der rauhen Erdbodenfläche, eine kleinere Fliehkraft entwickelt, als zur Ueberwindung der Beschleunigung des Gefälles der Grösse $\frac{g}{n}$ erforderlich sein würde. Die Luft folgt also dem meridionalen Gefälle, und die Wirkung der Fliehkraft macht sich nur durch eine Ablenkung bemerkbar, welche in unseren Breiten etwa 60 Grad beträgt.

In sehr grosser Höhe und in der tiefsten Schicht fliesst also dem Pole Luft zu. Ferrel hat nun nachgewiesen, dass in der dazwischen liegenden Schicht mittlerer Höhe die Luft mit grösserer Westwind-Geschwindigkeit begabt sei, als zur Ueberwindung des Gefälles erforderlich ist und dass daher hier die Luft, der Differenz der Beschleunigungen $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi - \frac{g}{n}$ folgend, aequatorwärts strebe, also den von uns gesuchten Rückfluss von Luft aus höheren nach tieferen Breiten bewerkstelligt. Der Ueberschuss an Westwind-Geschwindigkeit in mitteltiefen Schichten ergiebt sich aus folgender Ueberlegung. Es fällt zeitweise ein Theil der im oberen Strom polarwärts treibenden, mit grosser Westwind-Geschwindigkeit begabten Luft in tiefere Schichten hinab, mischt sich theilweise mit den hier langsamer fliessenden Luftströmungen und verleiht denselben durch Uebertragung eines Theiles der grösseren Geschwindigkeit der oberen Luftströme nunmehr verstärkte Bewegung. Durch diesen Vorgang erlangt die Luft mittlerer Tiefe so starke Westwind-Geschwindigkeit, dass dieselbe das in dieser Höhe schon geringere Gefälle überwindet, aequatorwärts treibt und also den gesuchten Luftabfluss aus höheren nach niederen Breiten bewirkt.

Auf der nördlichen Halbkugel weht, obigen Ausführungen entsprechend, zwischen den 30sten und 60sten Breitenkreisen in sehr grossen Höhen im Mittel stürmischer Westsüdwest-Wind, in mitteltiefen Schichten lebhafter Westnordwest und in der Tiefe leichter Südwest. Vielfache Störungen in der Vertheilung der Temperatur und des Luftdruckes können die Wirkung dieser im Mittel auftretenden Strömungen zwar verändern, aber nicht aufheben.

Digitized by Google

5. Ferrels Rechnungen.

Wiewohl die Anschauung Ferrels über die allgemeine Luftzirkulation unserer Erdatmosphäre klar und einfach genannt werden muss, so ist Ferrel dennoch in seinen späteren Abhandlungen, welche das Problem mathematisch zu verfolgen suchen, so sehr von den wahren in der Atmosphäre anzutreffenden Druck-Vertheilungen und Windgeschwindigkeiten abgewichen, dass diese Rechnungen, an sich von hoher theoretischer Bedeutung, den wahren Verhältnissen weitaus weniger entsprechen, als die in schlicht logischer Weise gegebenen Darlegungen derselben Theorie in früheren Arbeiten Ferrels, in denen die Rechnung zurücktritt. Die mathematische Behandlung eines Stoffes, wenn sie im Dienste der Praxis ausgeführt werden soll, darf niemals Selbstzweck werden, sondern muss sich den wahren Verhältnissen auch dort eng anschliessen, wo durch die Berücksichtigung von solchen Momenten, welche eine feine mathematische Behandlung nicht zulassen, die mathematische Entwickelung leidet. Die ganze Arbeit sieht dann zum Schluss zwar weniger akademisch aus, weil in derselben mehr geschrieben, als gerechnet ist, aber der Werth derselben ist erhöht, weil die Resultate der schlichteren, aber alle Einflüsse abwägenden Ableitung wahrheitsgetreuer ausfallen, als die Resultate ungenügend fundirter, langwieriger Rechnungen, welche einzelne Einflüsse mit dem Sezirmesser mathematischer Spekulation bis in alle Feinheiten verfolgen und andere Einflüsse ganz oder fast ganz unberücksichtigt lassen. Es muss eben überall, wo schwierige Probleme zu lösen sind, mehr erwogen als gerechnet werden.

Den mathematischen Entwickelungen legt Ferrel für alle Höhenschichten Westwind-Geschwindigkeiten zu Grunde, welche vom 38sten Breitengrade bis zum Pole auf die Stärke unendlich anwachsen, während in Wirklichkeit die Westwindstärke, gerade diesem entgegen, in der Höhe der höchsten Wolken am 38sten Grade höchstens 30 bis 50 m beträgt und gegen den Pol in den Werth Null übergeht. Ebenso abweichend von den Zuständen unserer Erdatmosphäre sind die Voraussetzungen bezüglich des Luftdruckes, nämlich, dass am 35sten Grade ein Druck von annähernd 2 Atmosphären, am Pol aber Luftleere der Rechnung zu Grunde gelegt wird.

Die angedeuteten Abweichungen verhindern, dass die Ferrel'schen Rechnungen angewendet werden dürfen, um meteorologische Vorgänge erklären zu wollen und bedingen, dass es erforderlich ist, sich genauer mit dem wahren Sachverhalt bekannt zu machen. Ferrel hat zwar versucht auch quantitativ aus seinen Rechnungen Schlussfolgerungen zu ziehen, z. B. die Lage der Druckgürtel an den Grenzen der gemässigten Zonen abzuleiten. Der von Ferrel gefundene Werth, der 38ste Grad, scheint mir lediglich ein Ausfluss der Voraussetzung zu sein, dass gerade am 38sten Grad die Luftbewegung sich der Bewegung der Erdrotation genau anpasse und an allen anderen Orten von der Rotation der Erdoberfläche abweiche. Jede beliebige andere Annahme hätte einen anderen Breitenwinkel als 38° für die Lage des Druckmaximums ergeben.

Der Glaube, die Lage des Druckgürtels halbwegs rechnerisch festgelegt zu haben,*) ist aber recht nachtheilig; denn dadurch wird das Interesse von einer wichtigen atmosphärischen Erscheinung vorzeitig abgelenkt und somit der Forschungstrieb gehemmt.

Aus Obigem geht hervor, dass eine Anlehnung an die Ferrel'schen Rechnungen nicht geeignet ist zu einer Erklärung der atmosphärischen Zirkulation zwischen Aequator und Pol zu führen, sondern dass hierfür, wie für die Entstehung des Maximums der Rossbreiten, ein selbsständiger Weg eingeschlagen werden muss.

6. Die Arbeits-Leistung, hervorgerufen durch die Temperatur-Differenzen in der Atmosphäre.

Die vielfache Gestalt, in welcher uns die Energie der Bewegung in der Natur entgegentritt, bildet das Räthsel aller Natur-Erscheinungen. Die Sonnen-Wärme findet sich aufgespeichert in den Kohlen-Minen unter dem Erdboden und treibt nun nach Millionen Jahren ungestörten Schlafes alle Betriebe unserer modernen Technik. Die Sonnen-Wärme schafft uns die Nahrung durch die Wirkung chemischer Zersetzung des Pflanzensaftes und der die Pflanze ernährenden Luft, sie schafft die Winde, die Wolken, den Donner, die Ströme und Seen. In diesen und in weiteren nicht aufzuzählenden Adern geheimen Wirkens pulsirt die Sonnen-Wärme, welche alljährlich unserem Erdball zuströmt. Wie viel von dieser Energie, das ist die Frage, wird zur Erzeugung der Winde verwendet und ein wie grosser Theil der Gesammt-Energie hat

*) Vergl. „Lehrbuch der Meteorologie“ von Dr. Sprung, Seite 202.

Digitized by Google

mit den meteorologischen Erscheinungen der Erdatmosphäre nichts zu schaffen. Wir wissen, dass der Mensch viel Geist und Scharfsinn aufwenden musste, um aus der in dem Brennstoff aufgespeicherten Energie zur Betreibung seiner Maschinen Nutzen zu ziehen. In der freien Natur finden sich so feine Mechanismen, wie unsere Maschinen sie darstellen, selten. Es kommt in der Natur wohl niemals vor, dass eine frei werdende Energie in einer einzelnen gegebenen Richtung wirkt, wie dies durch den Willen und die geistige und praktische Arbeit des Menschen bei der Dampfmaschine und anderen Motoren erreicht worden ist. In der Natur zerfliesst die Kraft in viele Kanäle, tausend Zufälligkeiten spielen hier eine Rolle und die in der Maschinenlehre gültige Formel, dass 1 Kalorie Wärme durch den Brennprozess dem Feuergase des Kessels zugeführt im günstigsten Fall am Schwungrade der Maschine etwa $\frac{425}{14}$ Meterkilogramm Arbeit zu erzeugen vermöge, findet in der Natur keine Anwendung. Die Natur arbeitet nicht mit $\frac{1}{14}$ Nutzeffekt, wie die beste maschinelle Anlage, sondern mit einem Nutzeffekte, welcher um das Hundert- oder vielleicht Tausendfache kleiner ist. Hierbei ist unter Nutzeffekt der Bruchwerth verstanden, dessen Zähler die mechanische Arbeit darstellt, welche in einer bestimmten Richtung gewonnen wird, während der Nenner des Bruches die ganze mechanische Arbeit umfasst, welche als Wärme zugeführt wurde, resp. dieser equivalent ist.

Es ist sehr schwer zu erweisen, eine wie grosse Energie-Menge von der Energie der Sonnenstrahlen zur Erzeugung der Winde verwendet werde und doch habe ich von Mathematikern die Ansicht äussern hören: „Man brauche nur die jährlich in der Aequatorgegend durch Sonnenbestrahlung der Atmosphäre zufliessende Wärmemenge in Kalorien auszudrücken und mit 425 zu multipliziren, um das Arbeitsquantum, in Meterkilogramm ausgedrückt, zu erhalten, welches auf die Luft übertragen werde und die Winde erzeuge.“ Dabei ist garnicht bedacht, dass nur unter ganz gewissen Verhältnissen Bewegungen erzielt werden. Kleine Umstände, ein Ruck am Steuerungs-Mechanismus einer Maschine bringt dieselbe zum Stehen oder kehrt den Lauf derselben um. Wie viel leichter werden Beziehungen, die uns z. Z. vielleicht noch unbekannt sind, das Getriebe der grossen atmosphärisch-kalorischen Maschine in wechselvoller Weise umgestalten, da die Maschine selbst unablässigen Veränderungen unterworfen ist; besteht doch Kessel, Zylinder, Kolben, Schwungrad und Steuerungs-Mechanismus alles aus beweglicher Luft, so dass von Stunde zu Stunde derselbe Stoff bald dem einen, bald dem anderen Gliede des Organismus angehört, oder gar als todte Last Widerstand leistet, den Effekt in sich aufnimmt und an ganz entfernten Orten auf andere Luftmassen überträgt, oder in Berührung mit der rauhen Erdoberfläche durch Reibungs-Widerstände verliert.

Die in der Atmosphäre durch Temperatur-Differenzen geleistete Arbeit berechnet sich wie folgt. Die horizontalen Temperatur-Differenzen erzeugen zunächst Konvergenz resp. Divergenz der Flächen gleichen Druckes, also oben oder unten horizontale Druck-Differenzen und Beschleunigungen, welche mit der Masse multiplizirt, die geleistete Arbeit darstellen. Die Beschleunigung ergiebt sich aus der Neigung der Flächen gleichen Druckes und hat den Werth $\frac{g}{n}$. Die Kraft ist also $\frac{g}{n} \cdot m$, welche zur Wirkung gelangt. Die Arbeit $\frac{g}{n} \cdot m \cdot L$, worin L die Wegeslänge ist, in Richtung der Kraft, d. h. in Richtung der Gefälllinie gemessen, welche durch die Masse m zurückgelegt wird. Nach Satz 1 und den Vorgängen kann man für n/L schreiben h, worin h das absolute Maass des Gefälles längs der Wegesstrecke L bedeutet. Die auf das Massentheilchen übertragene Arbeit hat also den Werth $h \,.\, g \,.\, m$, d. i. Fallhöhe multiplizirt mit dem Gewicht der Luftmasse.

Wenn also Arbeit geleistet und Geschwindigkeits-Zu- oder Abnahme erzielt werden soll, dann muss die Luft eine Wegesstrecke zurücklegen, damit thatsächlich ein absolutes Gefälle zur Wirkung gelangt. Die Druck-Differenzen allein leisten keine Arbeit, sie gelangen erst zur Wirkung, wenn die Luft aus hohem in niederen Druck übertritt. Wir haben aber erkannt, dass in mittleren und höheren Breiten die Luft nur unter ganz besonderen Verhältnissen dem Gefälle folgt, häufig aber, zumal in der Höhe, dem Gefälle nicht zu folgen vermag, weil sie vermöge ihrer senkrecht zum Gefälle gerichteten Geschwindigkeit gerade soviel Fliehkraft entwickelt, dass die Wirkung des Gefälles aufgehoben wird. Es besteht dann die Gleichung $\frac{g}{n} - 2\, v\, \omega\, \sin \varphi = 0$.

Die Fliehkraft, d. h. die Ablenkung der Luft durch die Erdrotation, verringert also in jenen Breiten, wo der Sinus der Breite einen erheblichen Werth annimmt, die Arbeitsleistung der Temperatur-Differenzen. Dem schliessenden Absperrventile in der Dampfzuleitung einer Maschine vergleichbar verhindert die

Digitized by Google

Beschleunigung $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ das Ueberströmen von der Luft aus der durch Temperatur-Erhöhung erzeugten Druckspannung nach dem Orte niederen Luftdruckes und behindert somit eine angestrebte Arbeits-Verrichtung. Ohne Arbeits-Verrichtung ist aber keine Arbeitsleistung möglich, z. B. auch nicht eine andauernde Ueberwindung von Reibungs-Widerständen am rauhen Erdboden. Die fehlende Arbeitsleistung würde also bald ein Verzehren jeglicher Windgeschwindigkeit in Nähe des rauhen Erdbodens, und da ein Ersatz derselben durch Arbeitsleistung nicht vorliegt, Windstille in der Tiefe bedingen. In der Höbe umkreist die Luft dann den Kältepol, einen Winkel von 90° Grad mit den Gefälllinien einschliessend.

Wir gelangen zu folgenden 2 Sätzen:

Satz 4. Das Arbeits-Vermögen einer gegebenen horizontalen Temperatur-Differenz bestimmter Grösse ist dort am grössten, wo die Luft am leichtesten von hohem in niederen Druck überströmen kann, d. h. wo die in dieser Richtung wirkende Beschleunigung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ den grössten Werth annimmt, also z. B. am Aequator und in den unmittelbar benachbarten Breiten, wo $sin.\,\varphi$ dem Werthe Null nahe kommt. Daselbst entsprechen die in der Atmosphäre sich vollziehenden Vorgänge dem regelrechten Gange einer kalorischen Maschine.

Satz 5. „In allen Breiten, in denen $sin\,\varphi$ einen erheblichen Werth annimmt, kann eine regelmässig sich entwickelnde Arbeitsleistung der atmosphärischen Temperatur-Differenzen nicht bestehen, vielmehr ist für gewöhnlich der Uebertritt der Luft aus Gebieten hohen in Gebiete niederen Luftdruckes beeinträchtigt durch die Ablenkung der Luftmassen, so dass Arbeitsleistungen nur dann zu verzeichnen sind, wenn in Veranlassung von Störungen zeitweise der Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi = 0$ nicht genüge geleistet wird."

Letzteres, d. h. $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi \lesseqgtr 0$ findet statt, wenn erstens der Werth $\frac{g}{n}$ schnellem Wechsel unterworfen ist, so dass ein Beharrungs-Zustand, der die Gleichung zu Null macht, nicht zur Ausbildung gelangen kann. Ein Wechsel des Werthes g/n wird z. B. herbeigeführt durch Schwankungen in der Temperatur-Vertheilung, die sich im Laufe der Zeit z. B. von einem Tage zum anderen vollziehen, ferner durch örtliche Temperatur-Gegensätze, welche auf ein und demselben Breitengrade bestehen etc.

Die obige Ungleichung besteht auch, wenn die Luft sich unter dem Einflusse eines Reibungs-Widerstandes bewegt. Der Reibungs-Widerstand wirkt der Bewegungs-Richtung der Luft entgegen, verzögert v und bedingt, dass $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi > 0$ wird. In diesem Falle folgt die Luft dem Gefälle und gewinnt dabei in jeder Sekunde soviel an Geschwindigkeit, als durch die Reibung wieder verloren geht. Eine gegebene dauernd vorhandene Druck-Differenz bestimmter Grösse, welche keinen Schwankungen unterworfen ist, entwickelt nur in Nähe des Erdbodens grössere Arbeitsleistung, indem dort die Reibungs-Widerstände den grössten Werth annehmen; wobei allerdings der Arbeits-Effekt sofort durch Reibung wieder vernichtet wird.

Statt der Reibungs-Widerstände kann auch eine Mischung verschieden schnell bewegter Luftmassen die Ungleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi \lesseqgtr 0$ herbeiführen. Es kommt hierbei zumal die Mischung von in der Höhe und in der Tiefe fliessender Luft in Frage, weil gewöhnlich in verschiedenen Höhen verschieden gerichtete und ungleich starke Winde wehen. Sobald dann lokale vertikale, sei es aufsteigende, oder absteigende Ströme statthaben, wird die Ungleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi \lesseqgtr 0$ erzeugt und sofort beginnen die Druck-Differenzen zu arbeiten, die Bewegung aller Luftschichten erleidet eine Veränderung, es entstehen auch in der Tiefe Winde, durch deren Reibung am rauhen Erdboden die verrichtete Arbeit wieder verzehrt wird.

Durch obige Ausführungen sollen nur einige Gesichtspunkte angedeutet werden, nach denen die Beurtheilung der Arbeitsleistung der durch Temperatur-Differenzen erzeugten atmosphärischen Druck-Differenzen erfolgen muss. Rechnungen, welche sich nicht auf ein Verständniss der wirklichen Vorgänge stützen, sind zu vermeiden.

Im Abschnitt 7 *h* wird noch gezeigt, dass Schwankungen der Temperatur, welche sich bis in die höchsten Luftschichten erstrecken, in grosser Höhe pro cbm Volumen gleiche Arbeitsleistungen verrichten als in der Tiefe.

Im Nachfolgenden wird die atmosphärische Zirkulation in Anlehnung an Satz 4 und 5 besprochen,

Digitized by Google

wobei von allen Störungen, allen Sckwankungen und Unregelmässigkeiten in der Temperatur- und Druck-Vertheilung zunächst abgesehen werden soll. Längs ein und desselben Breitengrades wird also konstante Temperatur, konstanter Druck und konstante Windgeschwindigkeit vorausgesetzt, so dass nur in meridionaler Richtung Differenzen vorliegen.

7. Die thatsächlich vorhandene Luftzirkulation.

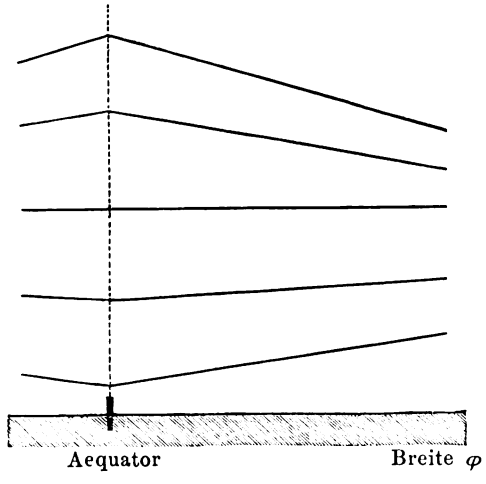
Voraussetzungen: Es bestehen in allen Höhenschichten nur meridionale Temperatur-Differenzen, wie sie sich etwa im Jahres-Mittel in der Erdatmosphäre finden.

a) Die Luftzirkulation in der heissen Zone im Allgemeinen.

Die Luft, welche am Aequator aus höheren Breiten zuströmt, hatte angenähert am Ausgangsorte der Bewegung die gleiche Rotations-Geschwindigkeit wie die Erdoberfläche daselbst besitzt, also z. B. am 10ten Breitenkreise etwa 458, am 20sten 437 und am 30sten etwa 403 m, d. h. 465 $cos\,\varphi$ absolute Rotations-Geschwindigkeit in westöstlichem Sinne. Am Aequator durcheilt die Erdoberfläche aber 465 m in der Sekunde und wird daher die mit geringerer Westost-Rotations-Geschwindigkeit begabte zuströmende Luft hinter der Bewegung der Erdoberfläche zurückbleiben und als Ostwind wehen. Es müsste, wenn durch Reibungs-Widerstände kein Verlust an Bewegung herbeigeführt würde, eine Luftmasse, die am 20sten Kreise keine Westost-Windgeschwindigkeit besessen, d. h. ebenso wie die Erdoberfläche daselbst, also mit 437 m absoluter Geschwindigkeit, sich bewegt hätte, durch Druck-Differenzen zum Aequator getrieben, ganz erheblich hinter der Bewegung der Erdoberfläche zurückbleiben. Nach dem Gesetz der Flächen käme die Luft am Aequator mit der Rotations-Geschwindigkeit $437 \cdot \frac{r}{r} = 437 \cdot \frac{r\,cos\,20^\circ}{r} = 411$ m an und würde am Aequator desshalb als Ostwind in der Geschwindigkeit $465 - 411 = 54$ m wehen. Jener Abnahme der absoluten Westost-Geschwindigkeit von 437 auf 411 m, welche sich bei der Entfernung vom Rotations-Mittelpunkte, d. i. hier bei Entfernung von der Erdachse, vollzieht, würde durch die Arbeit der Druckkräfte herbeigeführt sein, welche die Luft zum Aequator treiben. Die aus ihnen resultirenden meridionalen Beschleunigungen verwandeln sich durch die Rotation in einen Ostwind der Stärke $437 - 411 = 26$ m, durch dessen Hinzutreten die ursprünglich vorhandene Differenz $465 - 437 = 28$ m auf $28 + 26 = 54$ m erhöht wird.

Da nun der äquatorialen Zone von beiden Seiten ausschliesslich nur Luft zufliesst, welche als Ostwind weht, wird in dieser ganzen äquatorialen Zone Ostwind vorherrschen.

Der Ostwind erfährt durch die Erdrotation eine vom Aequator zum Pole weisende Ablenkung, drängt die Luft vom Aequator fort und ruft daselbst solange Druckverminderung hervor, bis die Fläche gleichen Druckes schräge zum Aequator sich neigt und also die Wirkung dieses Gefälles die Wirkung der polwärts drängenden Fliehkraft aufhebt. Wir erkennen also als nothwendige Folge des in der heissen Zone herrschenden Ostwindes die Ausbildung eines die ganze Erde am Aequator umspannenden Gürtels niedrigen Luftdruckes. Durch die bestehenden Temperatur-Differenzen wird die Ausbildung schwachen Druckes am Aequator in Nähe der Erdoberfläche vermehrt, in der Höhe aber vermindert, oder gar beseitigt. Dies ergiebt sich leicht aus der polaren Konvergenz, resp. äquatorialen Divergenz der Flächen gleichen Druckes.



In den unteren Schichten treibt das Gefälle die Luft mit der Beschleunigung $\frac{g}{n}$ zum Aequator hin. Die Ablenkung durch Erdrotation ist im Ostwinde zum Pole gerichtet und beträgt $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$, so dass als resultirende zum Aequator gerichtete Beschleunigung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi > 0$ verbleibt. Der Richtung dieser Beschleunigung folgend, strömt unten die Luft nach der Aequator-Gegend hin, wodurch die Ost-Passate entstehen. In sehr hohen Schichten der Atmosphäre kehrt sich das Gefälle um und treibt hier im Bereiche des Ostwindes sowohl die Gefäll-Beschleunigung g/n als auch die ablenkende Beschleunigung $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ die Luft höheren Breiten zu. Die also sich entwickelnden

Digitized by Google

Strömungen, welche unten seitlichen Zufluss und oben seitlichen Abfluss bringen, rufen in der äquatorialen Zone eine emporsteigende, dagegen in höherer Breite eine absteigende Luftzirkulation hervor. Im aufsteigenden Ast dieses Kreislaufes wird die Luft in hohe kalte Regionen gehoben, so dass sich der Wasserdampf ausscheidet und Wolken und Regen bildet. Am Aequator oder dessen Grenzgebieten gelangt dieser aufsteigende Luftstrom zur Ausbildung. Die also hervorgerufene Regenzone legt sich in einem Gürtel um die ganze Erde. Im Bereiche der die Regenzone zu beiden Seiten begrenzenden Zonen fallender Strömung ist die Witterung dagegen vorwiegend trocken. Durch Verschiebung der Regenzone und der Trockenzone mit der Jahreszeit nach Nord resp. nach Süd haben die Grenzbezirke zeitweise Regenwetter, zeitweise Trockenzeit zu verzeichnen, so dass nur wenige Orte auf der Erde ganz regenfrei sind.

Während im Bereiche der oberen Ostwinde der Abfluss der am Aequator aufgestiegenen Luft sich sehr leicht vollzieht, weil in hohen Schichten die polwärts treibende Beschleunigung sogar als eine Summe aus $\frac{g}{n}$ und $2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ erscheint, zeigt sich dagegen, dass mit wachsender Entfernung vom Aequator der Abfluss wesentlich erschwert wird durch den Uebergang des oberen Ost- resp. Südostwindes*) in Westwind. Mit dieser Verwandlung wird die polare Beschleunigung, welche das Abfliessen der Luft in der Höhe begünstigt, zwar wesentlich geschwächt, doch wird sich zunächst noch als Differenz von $\frac{g}{n}$ und $2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ ein positiver, d. h. zum Pole gerichteter Werth ergeben, solange $\frac{g}{n}$ grösser ist als $2\,v\,\omega\,\sin\varphi$. Schon jetzt könnte es in Frage zu ziehen sein, ob nicht in Folge der gering gewordenen meridionalen Beschleunigung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ vielleicht mehr Luft vom Aequator nachströmt, als in der benachbarten höheren Breite polwärts abfliessen kann, denn selbst bei einer schwachen meridionalen Beschleunigung kann schon ein Auflaufen, ein Stau der von hinten zufliessenden Luftmassen erfolgen, weil sich das Bett des Luftstromes gemäss der polaren Konvergenz der Meridiane verjüngt (vergl. S. 15). Sicher tritt der Zustand eines Luftstaues aber ein, wenn der Ausdruck $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ **den Werth Null erreicht.** Alsdann nimmt die meridionale Geschwindigkeit im abfliessenden oberen Luftstrome der fehlenden Beschleunigung halber nicht mehr zu. Die Luft passirt zwei auf einander folgende Breitenkreise mit gleicher meridionaler Geschwindigkeit und es durchströmt daher ein grösseres Luftquantum jenen dem Aequator näher liegenden grösseren Kreis als durch den entfernteren kleineren Kreis polwärts abfliessen kann. Im Gebiete zwischen den beiden Breitenkreisen, deren Radien $\mathfrak{r}'$ und $\mathfrak{r}''$ sind, muss also das Luftquantum $(\mathfrak{r}' - \mathfrak{r}'') \cdot 2\pi \cdot v_p$ verbleiben, d. h. von Sekunde zu Sekunde sich entweder daselbst anhäufen, aufwärts steigen oder abwärts sinken. In obiger Formel ist v_p die meridionale Komponente der Geschwindigkeit des Oberwindes, dieselbe ist auf der Nordhemisphäre nach Nord, auf der Südhemisphäre nach Süd gerichtet, sie ist ein Resultat der meridionalen Beschleunigungen, welche auf dem Wege vom Aequator bis zum Breitengrade φ auf die Luftmasse gewirkt haben. Es ist $v_p = \int\left(\frac{g}{n} + 2\,v'\omega\,\sin\varphi\right)dt + \int\left(\frac{g}{n} - 2\,v''\omega\,\sin\varphi\right)dt$, worin v' die Geschwindigkeit der oberen Ostwinde in der Aequator-Nähe und v'' die obere Westwind-Geschwindigkeit in dem angrenzenden Gebiete höherer Breite bedeutet; $\frac{g}{n}$ ist ein in jener hohen Schicht der Atmosphäre vorhandenes Gefälle der Flächen gleichen Druckes, welches beim positiven Vorzeichen als polwärts gerichtet gilt. Der wahre Werth v_p erleidet gegenüber dem Rechnungs-Werthe eine Schwächung durch vorhandene Reibungs-Widerstände. Da jedoch hier von der Bewegung der Luft in grosser Höhe gesprochen wird, fällt der Verlust an Geschwindigkeit, den die Reibung erzeugt, nicht sehr gross aus; jedoch ist es erforderlich, wiewohl schwer zu erreichen, auf Grund der Beobachtung den richtigen Anfangswerth v' festzustellen und darauf genauere Rechnung aufzubauen.

Dass saugende im Gegensatz zu stauenden Strömen entstehen, wenn mehr Luft ab- als zufliesst, während bei den stauenden Strömen mehr Luft zu- als abfliesst, wurde von mir in den Annalen der Hydrographie**) schon früher erörtert.

---

*) Wo hier von meridionalen Winden oder Wind-Komponenten gesprochen wird, sind die Winde der Nordhemisphäre gemeint.

**) „Annalen der Hydrographie", 1882, IV. Seite 220.

Digitized by Google

b) Darstellung der Luftzirkulation der heissen Zone, gestützt auf Zahlen-Rechnungen.

Die nachfolgenden Zahlen-Rechnungen haben nicht den Zweck, eine genaue Festlegung der Luftzirkulationen durch ausgerechnete Werthe herbeizuführen, sondern dieselben sollen nur der Veranschaulichung dienen. Durch die nackte mathematische Formel allein würde keine genügend klare Vorstellung der in Frage kommenden Vorgänge zu erreichen sein. Es wird einer späteren Zeit vorbehalten sein, ähnliche Rechnungen, auf exakte Beobachtungs-Resultate gestützt, zu wiederholen, um dann auf Grund der richtigen Voraussetzungen die atmosphärischen Vorgänge nach Maass und Zahl festzulegen.

α. Die Saugeströme und Stauströme für die Verhältnisse im Jahres-Mittel.

Durch Beobachtung ist festgelegt, dass im atlantischen Ozean die Stärke des Nordost-Passates etwa einer Geschwindigkeit von 10 m entspricht. Die Windgeschwindigkeit zerlegt sich in eine meridionale Komponente und eine in Richtung des Breitenkreises gerichtete Geschwindigkeit. Letztere, die Ostwind-Komponente weist im Mittel etwa 7 m pro Sekunde auf.

Es ist zu untersuchen, ob in einiger Höhe über dem Erdboden sich erheblich grössere Ostwind-Geschwindigkeiten entwickeln können.

Vom Maximum der Rossbreiten bis zum Aequator findet sich etwa 10 mm Druck-Differenz in Mitten des atlantischen Ozeans. Die Fläche gleichen Druckes fällt dort also auf 30 Grad oder 450 Meilen um etwa $10 . 10 = 100$ m zum Aequator ab. Das mittlere Gefälle ist $\frac{100}{450 . 7500} = \frac{1}{33750}$, dasselbe nimmt zum Aequator hin an Stärke ab und erleidet dagegen etwa am 15ten Kreise eine Verstärkung, welche zu $\frac{1}{17000}$ angenommen werden soll. Luft, welche diesem in unteren Schichten der Atmosphäre vorhandenen Gefälle folgt, und zum Aequator eilt, gewinnt nach dem Gesetz der Flächen an Ostwest-Geschwindigkeit. Die Zunahme der Stärke des Ostwindes hat statt solange die Luft in niedere Breiten übertritt. Dabei wächst die Ablenkungs-Beschleunigung $2 v \omega \sin \varphi$, welche bestrebt ist, die Luft vom Aequator nach höheren Breiten zurück zu lenken. Der Ostwind kann also nur solange an Stärke zunehmen, wie die Beschleunigung $2 v \omega \sin \varphi$ kleiner ist als die Beschleunigung der äquatorwärts treibenden Druckkraft; letztere hat den Werth $\frac{g}{n}$ hier $\frac{g}{17000}$. Sobald v so gross ist, dass $\frac{g}{n} - 2 v \omega \sin \varphi = 0$ wird, hört die Annäherung an den Aequator auf und kreist alsdann die Luft als reiner Ostwind längs ein und desselben Breitengrades. Diesem in der Natur nicht ganz erreichten Zustande entspricht der Maximalwerth v der Ostwind-Geschwindigkeit solcher Luftschichten, in welcher die Reibung gering ist.

$$2 v \omega \sin \varphi = \frac{g}{17000}$$

$$\omega = 0{,}0000729 \qquad \varphi = 15° \qquad \sin \varphi = 0{,}26 \qquad g = 9{,}8$$

$$v = \frac{9{,}8}{2 . 0{,}0000729 . 0{,}26 . 17000} = 15 \text{ m}.$$

Wenn in einigen 100 m Entfernung vom Erdboden ein Ostwind von 15 m Stärke angenähert in Richtung des Breitenkreises, also normal zur Gefällrichtung der Fläche gleichen Druckes weht, dann ergiebt sich für die der Erdoberfläche anliegende Luftschicht, wie dies sich leicht nachweisen lässt, in der That eine Windstärke von etwa 10 m Geschwindigkeit, so dass obige Zahl 15 auf zwei Wegen von Beobachtungswerthen ausgehend rechnerisch festgelegt ist. Die dem Aequator zuströmende Luft hat in der untersten Schicht nach Obigem etwa 7 m Ostwind-Komponente, einige Hundert Meter darüber weht etwa 15 m und von da ab nach der Höhe allmählich abnehmender Ostwind, weil in der Höhe das Gefälle $\frac{g}{n}$ sich entsprechend der polaren Konvergenz der Flächen gleichen Druckes ändert und zwar abnimmt.

Aus obigen Zahlen-Werthen sei abgeleitet, dass die dem Aequator zuströmende Luft im Mittel mit etwa 12 m Ostwind-Geschwindigkeit begabt sei. Es wird später gezeigt, dass diese Wind-Geschwindigkeit am Aequator und in dessen Nähe in der unmittelbar am Erdboden aufliegenden Luftschicht nicht auf zu treten braucht, resp. kann und doch in der Höhe bestehen wird.

Unbeschadet der Richtigkeit dieser Rechnungen kann vielleicht zu gewissen Jahreszeiten und bei besonderen Druck-Verhältnissen die Zahl 15 m erheblich über- oder unterschritten werden, da obige Rechnungen nur auf mittlere Verhältnisse sich stützen.

Digitized by Google

Luft, welche im Passat, sei es ganz unten oder in einiger Höhe vom 20sten Breitenkreise zum Aequator treibt, gewinnt nach dem Gesetz der Flächen (vergl. S. 11) 54 m Ostwind-Geschwindigkeit falls Reibung ausgeschlossen ist. Von dieser Geschwindigkeit geht in Wirklichkeit, wie gezeigt wurde, soviel durch Reibung verloren, dass nur 12 m Windgeschwindigkeit nachbleiben. Von der lebendigen Kraft, welche der Geschwindigkeit 54 m entspricht, geht also $\frac{19}{20}$ verloren und $\frac{1}{20}$ wird nur erhalten, entsprechend dem Quotienten $\frac{12^2}{54^2}$. Diese bedeutenden Verluste an Energie, durch Reibung herbeigeführt, treten nur in den unteren Schichten auf, wo die Luft sich am rauhen Erdboden oder an den Meereswogen unablässig stösst und also Verzögerung erfährt. In grosser Höhe sind die Reibungs-Widerstände, wenn keine Vertikalströme vorhanden sind, äusserst gering, daselbst folgt aber die Luft nicht dem Gradienten mehr, weil die Ablenkung dies hindert.

Bestimmung zweier Punkte der Grenzscheide G der Sauge- und Stauströme.

Nach den Seite 12 gepflogenen Erörterungen verwandelt sich ein Saugestrom in einen Staustrom, wenn die meridionale Beschleunigung den Werth Null erreicht, d. h. wenn die Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi = 0$ erfüllt ist. Den Ort, wo der Saugestrom in einen Staustrom übergeht, nennen wir die Grenzscheide beider Ströme. Es soll nun zunächst derjenige Ort der Grenzscheide bestimmt werden, für welchen jedes Glied einzeln zu Null wird.

Das 2te Glied $2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ wird gleich Null, wenn der Faktor v gleich Null geworden ist; daher ist zu berechnen, für welche Breite φ' die im Sinne des Breitenkreises gemessene Windgeschwindigkeits-Komponente v gleich Null werde. Der Wind verlässt in der Höhe die Aequator-Gegend als Ostwind von etwa 12 m Geschwindigkeit. Die absolute Luftgeschwindigkeit in westöstlichem Sinne beträgt dann 465 m — 12 m = 453 m Nach dem Gesetz der Flächen nimmt diese Rotations-Geschwindigkeit umgekehrt proportional der Breite zu, erreicht also in der Breite φ' den Werth $\frac{453}{\cos\varphi'}$. Die Erdoberfläche weist in der Breite φ' die Rotations-Geschwindigkeit $465 \cdot \cos\varphi'$ auf, so dass die Windgeschwindigkeit der im Breitenkreise φ' mit $\frac{453}{\cos\varphi'}$ m absoluter Rotation anlangenden Luft den Werth $\frac{453}{\cos\varphi'} - 465 \cdot \cos\varphi' = v$ misst.

Jene Windgeschwindigkeit v soll in unserem Spezialfalle den Werth Null annehmen:

$$\begin{aligned} \frac{453}{\cos\varphi'} - 465 \cdot \cos\varphi' &= 0 \\ 453 - 465 \cdot (\cos\varphi')^2 &= 0 \\ \cos\varphi' &= \sqrt{\frac{453}{465}} \\ \varphi' &= 9^\circ\,15'\,10''. \end{aligned}$$

Es verbleibt nun zu ermitteln, in welcher Höhe h Meter auch das erste Glied $\frac{g}{n}$ der Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi_1 = 0$ in der Breite $\varphi_1 = 9^\circ\,15'\,10''$ gleich Null werde, zu welchem Zweck die nachfolgende Betrachtung angestellt wird.

Am 9ten bis 10ten Breitenkreise ist das Gefälle der Flächen gleichen Druckes in der Tiefe etwa $\frac{1}{25000}$. Das absolute Gefälle beträgt also auf 1 Grad meridionaler Wegeslänge $\frac{15 \cdot 7500}{25000} = 4{,}5$ m. Dieses Maass des absoluten zum Aequator gerichteten Gefälles wird in gewisser Höhe h'' Meter zu Null, welche Höhe sich nach der Gleichung Seite 5 etwa wie folgt ergiebt:

$$\Delta h = 4{,}5\,\text{m} = \frac{t' - t''}{273 + t'} \cdot h$$

Hier ist t' die mittlere Temperatur aller Schichten bis zur Höhe h m etwa 5°. Die Differenz der Temperaturen an zwei um einen Breitengrad auseinander liegenden Orten ergiebt sich nach den S. 193 im „Lehrbuch“ von Dr. Sprung angegebenen Rechnungs-Werthen etwa zu 0,1° für die Gegend des 9ten bis 10ten Breitenkreises.

Digitized by Google

$$h = 4{,}5 \cdot \frac{273+5}{0{,}1} = 12500\text{ m}.$$

In etwa 12500 m Höhe wird hiernach in der Nähe des 9ten und 10ten Breitenkreises durch die horizontalen Temperatur-Differenzen das in der Tiefe vorhandene äquatorwärts gerichtete Gefälle der Fläche gleichen Druckes aufgehoben sein, so dass dort oben die Fläche gleichen Druckes horizontal verläuft, und also auch das erste Glied der Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi_1 = 0$ für diese Höhe und diese Breite φ_1 zu Null wird. **Somit ist ein Punkt der Grenzscheide gefunden. Es wird sich in der Breite $\varphi_1 = 9°15'10''$*) in etwa 12500 m Höhe der abfliessende Oberwind in einen Staustrom verwandeln.**

In obiger Rechnung wurde der Umstand noch nicht berücksichtigt, dass sich die Meridiane einander nähern und dass also schon früher die Umbildung in einen Staustrom statthat, bevor noch die meridionale Beschleunigung völlig den Werth Null erreicht hat.

Eine kleine Rechnung ergiebt leicht, dass Zu- und Abfluss sich aufheben, wenn die meridionale Beschleunigung dem Werthe $tg\,\varphi'' \cdot \frac{v_p^2}{r}$ entspricht, worin v_p die meridionale Geschwindigkeit bedeutet. Diese meridionale Geschwindigkeit ist im vorliegenden Falle etwa 12 m, weil der Wind bei der Bewegung in einer horizontalen Fläche gleichen Druckes, einer Niveaufläche, keine Zu- und Abnahme der relativen Bewegung erfährt und also am 9ten Grade mit derselben Geschwindigkeit als Südwind bläst, wie derselbe am Aequator als Ostwind besass. Setzt man den Werth $v_p = 12$ m und $\frac{g}{n} = 0$ ein, dann erhält man für diesen besonderen Fall:

$$\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi'' = tg\,\varphi'' \cdot \frac{v_p^2}{r}$$

$$-2\,v\,\omega\,\sin\varphi'' = tg\,\varphi'' \cdot \frac{12^2}{r}$$

$$-2\,v\,\omega \cdot r = \frac{1}{\cos\varphi''} \cdot 12^2$$

$\omega \cdot r = 465$

$$-v = \frac{144}{\cos\varphi'' \cdot 2 \cdot 465}$$

Diese Geschwindigkeit wird erreicht für die Breite φ'' nach der Gleichung:

$$\frac{453}{\cos\varphi''} - 465 \cdot \cos\varphi'' = -\frac{144}{\cos\varphi'' \cdot 2 \cdot 465}$$

$$453 - 465 \cdot \cos^2\varphi'' = -\frac{144}{2 \cdot 465}$$

$$\cos\varphi'' = \sqrt{\frac{453}{465} + \frac{144}{2 \cdot 465 \cdot 465}}$$

$$\underline{\varphi'' = 9°11'0''.}$$

φ' und φ'' differiren nur um 4 Minuten 10 Sekunden und zwar ist φ'' etwas kleiner als φ'. Der Einfluss der Verjüngung der Meridiane ist nach Obigem also für die Luftbewegung der heissen Zone sehr gering.

Aehnliche Ermittelungen wie die vorstehenden ergeben, dass für den 30sten Breitenkreis die Gleichung $\frac{453}{\cos\varphi'} - 465\,\cos\varphi = v$ liefert $v = 120$ m. Eine Berechnung der Neigung der Flächen gleichen Druckes, aus den Temperatur-Differenzen der Tabelle S. 193 des Lehrbuches von Dr. Sprung ermittelt, lässt erkennen, dass in etwa 25000 m über der horizontalen Fläche gleichen Druckes jener Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi = 0$ Genüge geleistet wird. Am 30sten Breitenkreise findet sich die horizontale Fläche gleichen Druckes in unmittelbarer Nähe des Erdbodens, weshalb jene 25000 m von der Erdoberfläche ab aufwärts zu rechnen sind.

*) Die so genaue Ausrechnung wird nur desshalb vorgenommen, um durch Vergleich mit dem nachstehenden zweiten Resultat zu zeigen, wie klein der Einfluss einer Konvergenz der Meridiane auf das Zusammendrängen der Luftströme in diesen niederen Breiten sei.

Digitized by Google

Es hat sich also ergeben, dass in der Atmosphäre die Grenzscheide G am 30sten Breitengrade in etwa 25 000 m Höhe sich befindet und gegen den Aequator zu abfällt, so dass die Grenze den 9ten Breitenkreis in etwa 12 500 m Höhe trifft. Wo eine Luftschicht diese Grenzlinie schneidet ist die meridionale Beschleunigung der Luft jener Schicht Null, näher dem Aequator überwiegt die polwärts treibende Beschleunigung, deren Gesammtwerth $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ ist, wenn v als Westwind weht, dagegen ist jene meridionale Beschleunigung gleich $\frac{g}{n} + 2\,v\,\omega\,\sin\varphi$, wenn v als Ostwind eingesetzt wird; $\frac{g}{n}$ wird hier polwärts wirkend mit positivem Zeichen gebraucht. Vom Aequator bis zur Grenze G verjüngt sich der Querschnitt des Luftstromes in der Höhendimension, da mehr Luft ab- als zufliesst. Es findet daher ein Ansaugen der Luft von unten und ein Abfliessen der angesogenen Luft in den oberen Regionen nach höheren Breiten statt. Ob das Ansaugen und Emporsteigen Regenbildung im Gefolge hat, ist von dem Umstande abhängig, bis auf wie tiefe Luftschichten hinab sich der steigende Luftstrom erstreckt, da nur die unteren Luftschichten bis zu etwa 10 000 m Höhe mit Feuchtigkeit erfüllt sind. Dies soll durch die Tafel 1 veranschaulicht werden.

Passirt die Luft im abfliessenden Oberwinde die Grenze G des Sauge- und Staustromes, dann besitzt die Luft die stärkste meridionale Geschwindigkeit. Auf der nördlichen Halbkugel z. B. am 9ten Grade in 12 500 m Höhe weht etwa 12 m Südwind-Geschwindigkeit, am 30sten Grade berechnet sich die Südwind-Komponente für 25 000 m Höhe wie folgt:

Am 30sten Grade ist die Temperatur etwa 7,2 Grad niedriger als am Aequator. Das absolute Maass der Konvergenz der unteren und oberen in 25 000 m Höhe befindlichen Fläche gleichen Druckes berechnet sich für die Strecke zwischen dem Aequator und dem 30sten Kreise aus der Formel:

$$\Delta h = \frac{t' - t''}{273 + t'} \cdot h.$$

Hierin sei in allen Schichten $t' - t'' = 7{,}2°$ angenommen; ferner ist t' die mittlere Temperatur der Luftsäule bei 0,7° Abnahme für je 100 m Höhendifferenz berechnet.

$$t' = 27° - \frac{0{,}7}{100} \cdot \frac{25\,000}{2} = -61°$$

$$\Delta h = \frac{7{,}2}{273 - 61} \cdot 25\,000 = 850\text{ m}.$$

Zwischen der oberen und unteren Fläche gleichen Druckes besteht mithin eine absolute Konvergenz von 850 m. Da nun die untere Fläche vom 30sten Grade zum Aequator etwa 100 m abfällt, verbleibt für die obere Fläche ein polwärts gerichtetes Gefälle von $850 - 100 = 750$ m.

Die mit 12 m Ostwind-Geschwindigkeit am Aequator begabte Luft folgt dem Gefälle und gewinnt nach Durcheilung desselben eine Endgeschwindigkeit v'', deren Grösse sich nach der Gleichung über die vorhandene Energie und die geleistete Arbeit ermittelt.

$$\frac{m\,v''^2}{2} = \frac{m\,v_1^2}{2} + mgh$$

$$v'' = \sqrt{v_1\,2 + 2\,gh} = \sqrt{12 \,.\, 12 + 2 \,.\, 9{,}81 \,.\, 750}$$

$$\underline{v'' = 122\text{ m}.}$$

Die Luft erreicht also am 30sten Grade in 25 000 m Höhe 122 m Windgeschwindigkeit, davon die Komponente 120 m in Richtung des Breitenkreises als Westwind erscheint und v_p Meter als meridionale polwärts gerichtete Geschwindigkeits-Komponente auftritt. $v_p = \sqrt{122^2 - 120^2} = \underline{22\text{ m}.}$

β. Graphische Darstellung der Sauge- und Stauströme, der Grenzscheide derselben, der steigenden und fallenden Ströme und der Flächen gleichen Druckes.

In der Tafel (s. Anhang) erscheinen diejenigen Wind-Komponenten, welche in der Meridian-Ebene verlaufen, durch Pfeile gekennzeichnet, deren Länge der Windstärke etwa proportional sein sollen, mit der Ausnahme, dass die Stärke der Vertikalströme gegenüber der Stärke der Horizontalströme sehr viel grösser, also verzerrt, gezeichnet worden ist. Die vertikalen Pfeile bedeuten steigende resp. fallende Luftbewegung. Die-

Digitized by Google

jenige Komponente des Windes, welche im Sinne des Breitenkreises, also senkrecht zur Bildebene verläuft, ist durch die Buchstaben *O* (Ostwind) und *W* (Westwind) gekennzeichnet. Die beigeschriebenen Zahlen sollen die mittlere Stärke der Ost- resp. Westwinde in Metern angeben.

Die Grenze zwischen dem mit Beschleunigung fliessenden saugenden Strome und dem mit Verzögerung fliessenden Staustrome ist durch die strichpunktirte Linie *G* angegeben.

Die Flächen gleichen Druckes sind voll ausgezogen, die horizontalen Scheitel derselben sind durch eine gestrichelte Linie verbunden.

Im Raume *L* besitzt die Luft gar keine bestimmte Bewegung. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Luft sich zeitweise überhitzen, oder zeitweise erkalten kann und gelegentliche Störungen im Windsystem veranlasst, z. B. Cyklonen hervorruft.

Wir haben gefunden, dass in oberen Schichten Luft vom Aequator nach höheren Breiten fliesst und benennen diesen Strom „abfliessenden Oberstrom". Der abfliessende Oberstrom beginnt nach Vorstehendem am Aequator etwa in 5000 bis 7000 m Höhe. In den benachbarten und höheren Breiten verlegt sich die untere Grenze des abfliessenden Oberstromes in grosse Höhen und wird am 30sten Breitenkreise etwa als untere Grenze 15000 m erreicht. Der abfliessende Oberstrom zerfällt in einen Sauge- und in einen Staustrom. Die Grenze der Umwandlung des Saugestromes in einen Staustrom beginnt am Aequator auch etwa in 7000 m Höhe und steigt gleich ziemlich steil an, so dass am 30sten Grade schon die Höhe 25000 m erreicht ist.

Ausnahme: Wenn sich in grösserer Entfernung vom Aequator lokale aufsteigende Ströme entwickeln, verlegen sich die obigen Grenzen in weit tiefere Regionen.

Unter dem Saugestrome steigt die Luft überall empor und bildet Wolken, falls Feuchtigkeit mitgeführt und ausgeschieden wird. Der Feuchtigkeits-Gehalt der Luft nimmt aber sehr schnell mit der Höhe ab und darum bilden sich dichtere Wolken und Regen nur dort, wo der durch den Saugestrom veranlasste aufwärts gerichtete Vertikalstrom (Steigestrom) in Tiefen beginnt, die mindestens unter 10000 m liegen. In Höhe der Grenze *G* ist der Steigestrom am stärksten, weil jede Schicht des Saugestromes den Steigestrom verstärkt und also an der untersten Schicht des Saugestromes die meiste Luft aufwärts steigt. Der Steigestrom setzt sich nach unten unterhalb der Grenze *G* fort, nimmt aber an Stärke ab, weil hier Staustrom herrscht, d. h. weil hier vom Aequator mehr Luft zugeführt wird als polwärts abfliesst und also ein Luftquantum am Orte verbleibt, welches im Steigestrom aufwärts steigt und dazu beiträgt, dass von unten nicht so viel Luft nachzuströmen braucht, als oben die Grenze *G* nach aufwärts passirt. Unterhalb der Grenzscheide *G* nimmt also nach unten hin von Schicht zu Schicht der Steigestrom an Stärke ab. Je stärker der Steigestrom bei *G* ist, je weiter reicht derselbe hinab, dies ergiebt zumal für die Nähe des Aequators weit hinabreichende Steigeströme, weil dort zwischen der Schicht 7000 und Unendlich überall Saugestrom ist, während in benachbarten Breiten die Schichtdicke des Saugestromes und mithin die Stärke des Steigestromes mit wachsender Breite φ schnell abnimmt. Nach vorstehendem Schema ist der Steigestrom durch den Staustrom am 8ten Grade in einer Höhe von 5000 m vernichtet, während der Steigestrom zwischen dem Aequator und dem 6ten Grade bis auf die Erdoberfläche hinabreicht. Am Aequator ist also starker Regenfall zu erwarten, dessen Ergiebigkeit etwa bis zum 4ten Breitenkreise allmählich und dann sehr schnell abnimmt. Am 8ten Breitenkreise reicht der Steigestrom nur noch bis zur Schicht von 5000 m Höhe hinab. Es werden sich dort also nur geringe Niederschläge bilden und ist es fraglich, ob dieselben bis zum Erdboden herabfallen werden, da die Niederschläge trockene Luftschichten passiren und sehr wohl verdunsten können bevor sie unten anlangen. Der Fuss der Wolken wird hiernach in der Mitte der Regenzone dem Erdboden nahe sein, bei dem Uebergang in die Trockenzone höher liegen. Es wird die Wolkenbildung alsdann weit in die Trockenzone hineinreichen, aber zuletzt sich in grösster Höhe verlieren. Die Regenzone wird nach Vorstehendem etwa einen Gürtel von 7 Grad nördlicher bis 7 Grad südlicher Breite also zusammen 14 Breitengrade umfassen. An jenen Orten der Erde, wo die mittlere höchste Luft-Temperatur nicht am Aequator, sondern nördlich oder südlich vom Aequator sich findet, wird auch die Regenzone sich dementsprechend verlegen. Von erheblichem Einfluss auf die Lage der Regenzone wird auch die Vertheilung von Land und Wasser sein, weil erstens die Luft-Temperaturen hierdurch eine lokale Verschiebung erfahren und ferner die Winde je nach der Einwirkung grösserer oder geringerer Reibung an Stärke variiren.

Mit dem Wechsel der Jahreszeiten wird auch die Regenzone dem Stande der Sonne, oder besser gesagt den Verschiebungen der Gebiete höchster mittlerer Temperatur folgen. Natürlich kann dieser Aus-

Digitized by Google

schlag nicht dem Abstande der Wendekreise vom Aequator gleichkommen, weil die Luft am Aequator im Mittel durchwärmter ist, und am Wendekreise die Sonne doch nur für kurze Zeit die Erdoberfläche senkrecht trifft und weil ferner in höheren Breiten die Temperatur durch den Luftaustausch aus benachbarten kälteren Gegenden eine Temperatur-Verminderung erfährt. Während die Sonne in ihrem Stande von — 23° Süd nach 23° Nord, also um 46° sich verändert, verschiebt sich z. B. im atlantischen Ozean die Regenzone im Laufe eines Jahres um nur etwa 16 Breitengrade. In der Tiefe, in Nähe der Erdoberfläche liegt allerdings der Breitenkreis höchster Januar-Temperatur der Südhemisphäre von dem Orte höchster Sommer-Temperatur der Nordhemisphäre um 30 Grad entfernt. Hieraus kann man jedoch nicht schlussfolgern, dass die mittlere Luft-Temperatur aller Luftschichten in einem Jahre um die gleiche Amplitude von 30° wandere, weil in jenen Breiten, welche eigentlich im Mittel die heissesten sein solten, Regen fällt und Bewölkung vorherrscht, somit also den untersten Luftschichten Wärme entzogen wird. Wir können also sehr wohl annehmen, dass der Maximalwerth der mittleren Temperatur der ganzen Luftsäule nur zwischen Grenzen schwankt, welche 16° Abstand von einander haben, obwohl der Maximalwerth der Temperatur der untersten Luftschicht eine Amplitude von 30° aufweist.

γ. Die Trocken-Zone.

Die Trocken-Zone liegt in der Tafel (s. Anhang) zwischen dem 7ten und 20sten Grade; sie zeichnet sich dadurch aus, dass vor allem daselbst erstens in den unteren Schichten bis zu etwa 8000 m Höhe absteigender Luftstrom (Fallstrom) herrscht, durch dessen Einwirkung die Luft relativ getrocknet wird. Luft, welche aus der Höhe in tiefere Schichten gelangt, woselbst der Luftdruck grösser ist, erleidet Kompressions-Erwärmung und daher das Vermögen Wasserdampf höherer Spannung in sich aufzunehmen. Diese Luft wirkt trocknend auf alle feuchten Körper, indem sie den Wassergehalt zur Verdampfung bringt. Auch Wolkenreste würden in dieser Luft bald verdampfen und statt der Wolke heiterer Himmel sich einstellen. In äusserst grossen Höhen über dieser Zone findet sich allerdings noch ein Steigestrom, jedoch ist derselbe so hoch, dass er nur äusserst kalte Luftschichten umfasst, woselbst keine Feuchtigkeit von irgend welcher Bedeutung in der Atmosphäre sich befindet und also auch keine wirksamen Niederschläge erzeugt werden können.

Zweitens ist besonders hervorzuheben, dass auf der Strecke vom 7ten bis 20sten, zumal aber am 9ten Breitenkreise in der betreffenden Skizze in allen Luftschichten die geringste Windgeschwindigkeit im Sinne des Breitenkreises besteht und zwar, dass die Geschwindigkeit überall dieselbe, nämlich fast Null wird. Steigt hier Luft von unten nach oben, oder fällt hier Luft von oben nach unten, dann ergiebt sich hieraus keine wesentliche Aenderung der meridionalen Trägheits-Beschleunigung $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$, weil v in allen Höhenschichten konstant ist. Es soll nun in dem Abschnitt d dargethan werden, dass eine Ungleichung in der Windstärke der übereinander lagernden Luftschichten sehr wesentlich zur Ausbildung lokaler Steige- und Fallströme beiträgt. Vom 9ten Breitenkreise polwärts nimmt die Stärke dieser Störungen zu und wächst weithin bis zum 50sten oder 60sten Breitenkreise. Selbstredend können diese Störungen nur dann Regenbildung herbeiführen, wenn entweder die Luft unten recht feucht ist, oder wenn jene Störungen Steigeströme bedeutender Höhen-Erstreckung veranlassen. Ersteres trifft über dem Ozean zu, daselbst bedingen geringe Steigeströme schon Niederschläge, denn die unterste der Meeresoberfläche auflagernde Luftschicht ist feucht, weil das Meereswasser verdampft und also der Luft Feuchtigkeit zuführt. Ohne diese Zufuhr würden die geringen Steigeströme am 15ten bis 20sten und 30sten Breitenkreise noch keine Niederschläge herbeiführen, denn die Luft ist ja aus der Höhe abwärts gesunken und erreicht die Tiefe in einem erwärmten trockenen Zustande. Während über den Ozeanen vom 9ten Kreise polwärts die Störungen und die entstehenden Steigeströme, an Bedeutung zunehmend, wachsende Regenstärke erzeugen, werden über den Kontinenten die schwächeren Steigeströme wohl Wind aber keinen Regen erzeugen. Die Luft, aus der Höhe herabgefallen, ist trocken und bleibt trocken, sie findet an der dürren Erdoberfläche der Kontinente nicht Gelegenheit Feuchtigkeit in sich aufzunehmen und kann diese Luft daher nachträglich wieder sehr hoch emporgehoben werden bevor der Sättigungsgrad erreicht wird und Kondensation beginnt. Ueber den Kontinenten erstreckt sich die Trockenzone aus diesem Grunde in bedeutend höhere Breiten hinauf, sie erreicht z. B. im westlichen Afrika den 32sten in Asien den 40sten und 45sten Breitenkreis.

Wo immer hohe Gebirge zu Störungen in der Luftbewegung Veranlassung bieten, entstehen stärkere Vertikalströme und Regenfälle, so dass die Trockenzone vielfach durch Gebirgszüge eine Unterbrechung erfährt. Hohe Gebirge üben überhaupt einen bedeutenden Einfluss auf das Klima der Nachbarländer aus,

Digitized by Google

so dass z. B. die Ansicht berechtigt ist, es könne die Verlagerung der Trockenzone im zentralen Ostasien bis zum 46sten Breitenkreise hinauf sehr wohl hauptsächlich dadurch veranlasst sein, dass jene Gegenden von hohen Gebirgen umschlossen sind, welche den Meeres-Winden den Zutritt verweigern.

c) Die Gürtel höchsten Druckes.

Etwa in den Gegenden des 30sten Breitenkreises der Nord- und Südhemisphäre finden sich Gürtel höchsten Luftdruckes, welche die ganze Erde umspannen. Es ist eine schwierige Aufgabe zu erweisen, wesshalb gerade hier und nicht weiter nach Nord oder Süd sich höchster Luftdruck vorfindet. Es kann jedoch wenigstens der Vorgang angedeutet werden, welcher die Entstehung des Druckmaximums in Nähe des 30sten Grades herbeiführt. In dem Schema (s. Anhang) finden wir über 12000 m Höhe abfliessenden Oberstrom, und zwar in der Schicht von 12000 m Höhe bis 25000 m Höhe Staustrom, darüber Saugestrom bis an die Grenze der Atmosphäre hinaufragend. Ein mit Beschleunigung abfliessender Strom, „Saugestrom" genannt, arbeitet unaufhörlich dahin, dort Druckabnahme zu erzeugen, woselbst der Strom herkommt. Der Strom sucht also in des Höhe das polwärts gerichtete Gefälle zu vermindern, welche Wirkung in der tiefsten Schicht, wo kein Gefälle besteht, auf die Erzeugung eines zum Aequator abfallenden Gefälles hinausläuft.

Im Staustrom wird Luft vor dem Strome angehäuft und ebenfalls durch den Staustrom das polwärts gerichtete Gefälle vermindert, also in der Tiefe aequatorwärts gerichtetes Gefälle begünstigt.

In der Schicht von 12000 m abwärts beginnt ein ganz eigenartiges neues Wirken in der Atmosphäre. Daselbst hat der fallende Strom einen erheblichen Werth erreicht und führt Luftschichten starker Westwind-Geschwindigkeiten in tiefere Schichten hinab, in welchen das polare Gefälle weitaus kleiner ist als in der Höhe. Die Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi$, welche oben, wo $\frac{g}{n}$ gross war, für ein gewisses v einen positiven zum Pole gerichteten Werth ergiebt, liefert in tieferen Schichten, wo $\frac{g}{n}$ kleiner ausfällt, bei Uebertragung desselben Werthes der Westwind-Geschwindigheit v auf diese Schicht, geringeren Gefälles, für $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,\sin\varphi$ einen negativen Werth. Die Luft, dem äquatorwärts treibenden Gefälle $2\,v\,\omega\,\sin\varphi - \frac{g}{n}$ folgend, drängt nun gegen den Aequator und weil in der dem Aequator näher liegenden benachbarten Zone in gleicher Schicht Strom vom Aequator zum Pole besteht, so wird jener entgegengesetzte Strom, welcher der Beschleunigung $2\,v\,\omega\,\sin\varphi - \frac{g}{n}$ folgt, ein Staustrom sein, derselbe trägt Luft von höheren nach niederen Breiten, begünstigt die Druck-Abnahme in höheren, die Druck-Zunahme in niederen Breiten und besitzt also eine den Sauge- und Stauströmen des abfliessenden Oberstromes gerade entgegengesetzt wirkende Tendenz, nämlich vom Aequater zum Pole gerichtetes Gefälle in allen Schichten, also auch in der Tiefe zu erzeugen. Dieser Widerstreit liefert an jenen, dem Aequator näher liegenden Orten, wo die abfliessenden Oberströme weiter hinabreichen, also ein Uebergewicht besitzen, ein Resultat, welches der Wirkung der abfliessenden Ströme entspricht, nämlich äquatorwärts gerichtetes Gefälle. Etwa am 15ten Grade beginnt erst die Wirkung dieser ein polares Gefälle begünstigenden Westwinde, weil hier zum erstenmal Westwind abwärts fällt und in Gebiete mit schwächer geneigten Flächen gleichen Druckes übertritt. Am 15ten Grade muss also unbedingt noch äquatoriales Gefälle in der Tiefe bestehen. Vom 15ten Kreise polwärts gewinnt das Gebiet der Nordwestwinde, welches wie hier beschrieben und wie vorne nach Ferrel's Anschauungen erläutert wurde, polares Gefälle begünstigt, sehr schnell an Höhen-Erstreckung nach oben und unten, während die Wirkung der abfliessenden Oberwinde polwärts ebenso schnell abnimmt, weil mit dem Ansteigen der Grenze G das Gebiet, in welchem diese Ströme auftreten, an Höhen-Erstreckung abnimmt und sich zuletzt für höhere Breiten gänzlich in der Höhe verliert. Da nun ein Formel- oder Zahlen-Ausdruck für die Grösse der beiden Tendenzen, des oberen Südwestwindes äquatorial abfallendes Gefälle und des tiefer befindlichen Nordwestwindes polares Gefälle zu erzeugen, von mir nicht gewonnen ist, so kann auch nicht zahlenmässig ermittelt werden, für welche Breite φ der Widerstreit beider Tendenzen am Erdboden unten den Werth Null liefert. Wir müssen uns also vorläufig mit der Erwägung begnügen, dass am 30sten Grade von etwa 12000 m Höhe abwärts die Luftschichten-Gefälle polwärts, und von 12000 m aufwärts die Luftschichten Gefälle äquatorwärts begünstigen. Die erstere Schicht von 12000 m abwärts umfasst zwar $^4/_5$ der ganzen Masse der Atmosphäre und die Schicht von 12000 m aufwärts nur $^1/_5$ der ganzen Masse der Atmosphäre,

Digitized by Google

dafür nimmt aber von 12000 m abwärts die in Frage kommende meridionale Komponente des Windes bis zum Erdboden auf Null ab, während von 12000 m aufwärts die meridionale Komponente stetig wächst und an den Grenzen der Atmosphäre äusserst grosse Werthe annimmt, so dass sehr wohl im Mittel sich in der oberen Schicht der Abfluss mit 5fach grösserer Geschwindigkeit vollziehen mag als im Mittel in der unteren Schicht, so dass in beiden Schichten sehr wohl gleich viel Luft in meridionalem Sinne den Breitenkreis passiren kann, wenn auch der abfliessende Oberstrom sich nur auf den 5ten Theil der ganzen Masse der Atmosphäre jener Breite erstreckt.

Die Ausbildung des gürtelförmigen Maximums am 30sten Breitenkreise steht also mit dem (s. Anhang) gewonnenen Schema nicht eben in einem Widerspruche.

d) Die Luft-Zirkulation in der gemässigten Zone im ganzen Jahre wie in der arktischen Zone zur Sommerzeit.

Mit der Entfernung vom Aequator gewinnen die abfliessenden Oberströme an Westwind-Geschwindigkeit und weil zugleich der Sinus der Breite wächst wird alsbald das Glied $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ dem Gliede g/n an Grösse gleich. Der Zustand, in welchem die Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi = 0$ erfüllt ist, wird stets angestrebt, weil bei einem zeitweise vorhandenen zu kleinen oder zu grossen Werthe v sich solche meridionale Bewegungen ergeben, durch deren Einfluss nach dem Gesetz der Flächen v wächst, wenn v vorher zu klein war und v abnimmt, wenn v vorher zu gross war. Auf diesen Zustand der Luftbewegung bezieht sich Ferrel's Theorie der allgemeinen Luftzirkulation. Entsprechend der polaren Konvergenz der Flächen gleichen Druckes ist g/n unten klein oder gar Null, in der Höhe aber grösser, so dass auch der Werth v proportional der Höhe an Grösse zunimmt.

Wir haben gesehen, dass etwa am 9ten Breitenkreise der äquatoriale Steigestrom noch bis auf die Erdoberfläche hinabreicht, dass aber am 30sten Breitenkreise der Steigestrom schon in einer Höhe von 20 oder 25000 m Höhe aufhört und darunter nur fallender Luftstrom besteht. Nicht dieselben Ursachen sind es, welche jenseits des 30sten Breitenkreises auch fallenden Strom erzeugen. Im Bereich der Trockenzone, vom 9ten Breitenkreise polwärts gerechnet, fliesst Luft im Oberstrom, mit einer polwärts gerichteten Geschwindigkeits-Komponente begabt, nach höheren Breiten und ergiebt sich daraus jener Stau, welcher den Fallstrom der Trockenzone erzeugt. Die polwärts gerichtete Geschwindigkeits-Komponente v_p, welche ein Resultat der Ungleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi > 0$ ist und in der Grenzlinie G den Maximalwerth besitzt, nimmt jenseits der Grenze G ab bis der Werth Null angenähert erreicht ist, weil jenseits der Grenze G die Ungleichung die Form $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi < 0$ annimmt, also daselbst eine meridionale, die Luft zum Aequator zurückziehende Beschleunigung auftritt, welche die Grösse der meridionalen Geschwindigkeit v_p stetig verkleinert bis v_p den Werth Null angenommen hat. Es ist nun die Frage, ob in jenem Augenblicke, wo v_p zu Null geworden ist, auch der Ausdruck $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ zu Null wird, weil anderenfalls die Luft nicht den erreichten Breitenkreis behaupten und diesem folgen, sondern der negativen Beschleunigung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi < 0$ gehorchen und wieder zurück zum Aequator sich wenden würde. Es ist aber nicht angängig, dass in ein und derselben Schicht auf der äquatorialen Seite der ganze Luftring polwärts und in höherer Breite der ganze Luftring derselben Höhe äquatorwärts strömet, da eine Durchdringung dieser Luftbahnen einen Zusammenstoss der Luftmassen und daher Luftanhäufung im zwischen liegenden Gebiete veranlassen würde. Dieser Umstand, dass die in höheren Breiten vorgedrungene Luft keine Rückwärts-Bewegung auszuführen im Stande ist, weil hinter derselben auf der äquatorialen Seite der Raum mit Luftmasse erfüllt ist, veranlasst unmittelbar in jener Schicht eine meridionale zum Aequator gerichtete Kraft der Grösse $m\left(2\,v\,\omega\,sin\,\varphi - \frac{g}{n}\right)$, mit welcher jedes Massentheilchen m auf das benachbarte Theilchen derselben Fläche gleichen Druckes einwirkt und dadurch veranlasst, dass die an sich schon durch meridionale Temperatur-Differenzen veranlasste Neigung der Flächen gleichen Druckes der Höhe sich solange steigert, bis $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi - \frac{g}{n}$ den Werth Null angenommen hat. Diese Verschärfung des Gefälles g/n pflanzt sich

Digitized by Google

auf die unteren Schichten fort und bedingt, dass sich etwa am 30sten Kreise das Gefälle der Flächen gleichen Druckes umkehrt und in höheren Breiten polwärts gerichtet ist.

Wir haben in den benachbarten Breiten jenseits des 30sten Grades also schon in der Tiefe Gefälle polwärts, in der Höhe viel stärkeres Gefälle und sehr grosse Westwind-Geschwindigkeit; aber im Oberstrome keine oder nur eine sehr kleine meridionale Geschwindigkeits-Komponente. Es tritt also polwärts vom 30sten Grade die allgemeine meridionale Zirkulation zurück und bliebe nur noch eine allgemeine Rotation der Luft in Richtung der Breitengrade einzig bestehen, wenn nicht Umstände besonderer Art zeitweise diesen Bewegungs-Zustand der Luft störten. An und für sich ist es schon unmöglich, dass Luftschichten mit verschiedener Wind-Geschwindigkeit begabt über einander hingleiten können, ohne durch Reibungs-Beeinflussung in Wechselwirkung mit einander zu treten. In besonderem Maasse wird dies erreicht, wenn durch lokale steigende und fallende Ströme eine Mischung der oberen und unteren Schichten angebahnt wird. Solche Mischung wird begünstigt durch die Erwärmung resp. Ueberhitzung der unteren Luftschichten, durch die Sättigung der unteren Luftschichten mit Feuchtigkeit, durch welche bei Kondensation der Dämpfe im steigenden Strome das Freiwerden zuvor latenter Wärme herbeigeführt wird. Ferner kann zur Mischung der Luftschichten sehr wohl auch Fluth- und Ebbe-Strömungen in der Atmosphäre einwirken, wofern nicht gerade die Art der vertikalen Temperatur-Vertheilung dies hindert. Endlich wird eine Mischung der Luftschichten auch durch die Schwankungen begünstigt, welche in der horizontalen Vertheilung der Temperatur sich täglich vollziehen.

Das Resultat der Mischung ist ein theilweiser Ausgleich der Luft-Geschwindigkeiten oben und unten. In der Höhe erleidet der Westwind Verzögerung durch die eingedrungenen langsamer strömenden Luftmassen tieferer Schichten, in der Tiefe dagegen stellt sich eine Vergrösserung der Westwind-Geschwindigkeit durch das Herabtauchen schneller fliessender Luftströmungen ein. Als nothwendige Folge dieses Vorganges ist das Bestehen der Ungleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi > 0$ für die Höhe und $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi < 0$ für die tieferen Schichten zu erkennen. Es folgt daher in der Höhe die Luft der polwärts gerichteten Beschleunigung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi > 0$ und in tieferen Schichten der äquatorwärts gerichteten Beschleinigung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi < 0$; indem die ablenkende Beschleunigung der Erdrotation ($2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$) die Wirkung des Gefälles (g/n) überwindet. Natürlich ist alsbald in der Höhe v nach dem Gesetz der Flächen bei dem Uebertritt in höhere Breiten gewachsen, unten dagegen v bei Entfernung vom Pole kleiner geworden, so dass nach kurzer Zeit oben und unten die meridionale Bewegung dadurch zum Abschluss gelangt sein würde, dass sich die Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi = 0$ oben und unten wieder ergäbe. Solange aber fortlaufend die Mischung der Luftschichten nach oben und unten statthat, also fortlaufend den oberen Schichten Bewegung entzogen, den unteren Bewegung hinzugefügt wird, solange bleibt auch in der Höhe die polwärts gerichtete meridionale, und unten die zum Aequator gerichtete Geschwindigkeits-Komponente erhalten; so dass diese Reibung der oberen oder unteren Schichten aneinander, resp. dieser Maassen-Austausch der Schichten zur Erhaltung einer allgemeinen meridionalen Luft-Zirkulation führt, welche jedoch durchaus nicht so regelmässig sich entwickelt, wie die Zirkulation der heissen Zone, sondern vielmehr nur als ein ganz verkümmerter polarer Zweig der absteigenden Luft-Bewegung anzusehen ist, deren Hauptast im Bereiche der Stauströme liegt und die Trockenzone bildet.

Ein sehr interessanter Vorgang vollzieht sich durch die also eingeleitete fallende Zirkulation in der gemässigten Zone. Die oben mit grosser Geschwindigkeit begabte Luft sinkt nach unten, folgt der Beschleunigung $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$, weil unten g/n klein ist, so dass $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ die meridionale, zum Pole gerichtete Beschleunigung g/n überwindet. Die Luft weht dann bei uns in der nördlichen Hemisphäre als Westnordwest, drängt die Luftmassen vor sich her, auf welche die Luft stösst und erzeugt also Verstärkung der meridionalen Druck-Differenzen der unteren Schichten. Sofort neigen sich auch in den oberen Luftregionen die Flächen gleichen Druckes stärker dem Pole zu, die Geschwindigkeit v wächst, da die Luft nun oben dem verstärkten Gefälle folgt, bis v nach der Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi = 0$ dem verstärkten Gefälle $1/n$ entspricht. Die Vergrösserung der Westwind-Geschwindigkeit der Höhe bedingt Uebertragung schneller bewegter Luftmassen auf die Tiefe, weiter als unmittelbare Folge eine verstärkte Neigung der Flächen gleichen Druckes unten, somit auch oben und besitzen also ursächlich dieses Vorganges die Flächen gleichen Druckes das Bestreben

Digitized by Google

sich immer steiler aufzurichten und verschärftes Gefälle gegen den Pol hin zu erzeugen. Die Neigungs-Zunahme der Flächen gleichen Druckes würde sich also ausserordentlich steigern, wie Ferrel dies ja auch findet, wenn nicht die Reibungs-Widerstände dieser Entwickelung ein Ziel setzten. Vor allen Dingen verliert die Luft bei Berührung mit dem rauhen Erdboden an Westost-Rotation, so dass die Flächen gleichen Druckes in der Tiefe nicht in unbegrenzter Weise an Steilheit gewinnen können. Es ist der beschriebene Vorgang an die Bedingung gebunden, dass die Arbeit, welche durch die Temperatur-Differenzen bei dem Uebertritt der Luft in andere weniger geneigte Flächen gleichen Druckes der Tiefe geleistet wird, im Stande sei, die durch Reibung entstandenen Arbeits-Verluste aufzuwiegen. Das verfügbare Arbeitsquantum aber ist im gegebenen Fall konstant und unabhängig von der Neigung der unteren Schichten, resp. der Westwind-Geschwindigkeit v. Mit wachsendem v wächst nun die Reibung, also die zu leistende Arbeit, so dass die Gleichung zwischen der treibenden und der zu leistenden Arbeit nur bei einem gewissen Werthe v in Erfüllung geht.

Die Steilheit des Gefälles der Flächen gleichen Druckes der Tiefe ist hiernach von 3 Umständen abhängig. Erstens begünstigen starke meridionale Temperatur-Differenzen eine Zunahme des meridionalen Gefälles, also auch eine Zunahme der Westwinde der Tiefe. Zweitens begünstigen lokale auf- und niedersteigende Luftströme die Massenmischung zwischen oberen und unteren Luftschichten, also die Arbeitsleistung der meridionalen Temperatur-Differenzen erhöhend. Drittens dagegen vermindern starke Reibungs-Widerstände die Stärke des Westwindes der Tiefe und vermindern diese somit auch die Entstehung meridionaler Druckabnahme.

Aus jenen drei Beziehungen ist Folgendes abzuleiten: Der Umstand 3 gestattet über den Meeren stets grössere meridionale Druckabnahme als über dem Lande. Der vertikale Massenaustausch (Umstand 2) gelangt im Sommer häufig über dem Lande zu grösserer Wirksamkeit als über dem Meere. Im Sommer nämlich erwärmt die Sonne die Kontinente stärker als die Meere und kann daher die Entstehung vertikaler Ströme und Massenmischung im Sommer über dem Kontinente sich bisweilen stärker entwickeln als über den Meeren. Im Winter dagegen lagert über den Kontinenten in der Tiefe kalte Luft, welche keinen Auftrieb besitzt und die Mischung übereinander lagernder Massen beeinträchtigt. Im Winter sind im Allgemeinen die horizontalen meridionalen Temperatur-Differenzen in der gemässigten Zone grösser als im Sommer; dies gilt besonders von den Theilen der Erdoberfläche, woselbst in höheren Breiten kalte Landflächen, in benachbarter niedrigerer Breite wärmere Meeresflächen sich ausdehnen. Wir gelangen also zu folgenden Resultaten:

Die Neigung der Flächen gleichen Druckes muss vom 30sten Kreise polwärts im Jahresmittel über den Meeren im Allgemeinen steiler abfallen als über den Kontinenten, da über den Meeren die Reibung gering ist. Diese stärkere Druckabnahme höherer Breiten tritt über den Meeren zumal im Winter hervor, weil im Winter die meridionalen Temperatur-Gegensätze grösser sind. Ueber den Kontinenten flacht der am 30sten Kreis hohe Druck polwärts langsamer ab als über den Meeren, weil die Reibung der Luftbewegung über dem Lande grösseren Widerstand entgegenstellt. Es erstreckt sich das Druckmaximum des 30sten Grades daher über den Kontinenten als vorgeschobene Zunge weiter polwärts hinauf, und verursacht dieses in den Breiten 40, 50 und 60 über den Kontinenten höheren Druck als über den Meeren, woraus sich ein Gegensatz der Klimate im Osten und Westen der Kontinente ergiebt. In Europa z. B. verwandelt der hohe Druck im Innern des Kontinentes die Westwinde an der Küste in Südwestwinde. Im Osten Asiens dagegen bedingt der hohe Druck im Innern des Kontinentes an der Küste Nordwestwinde. Also erfährt das Klima der Westküsten aller Kontinente eine Temperatur-Steigerung, hingegen das Klima der Ostküsten Temperatur-Erniedrigung. Im Sommer tritt die Ausbildung des höheren Luftdruckes über den Kontinenten am 40sten, 50sten und 60sten Breitekreise zurück, vielmehr nehmen alsdann die Flächen gleichen Druckes der Tiefe über den Kontinenten vom 30sten Kreise polwärts stärkere Neigung an, weil der die Ausbildung der Neigung begünstigende Umstand 2, d. h. das Auftreten vieler vertikaler Luftströme über dem Lande, vorwiegend an Einfluss gewinnt.

In hohen Breiten befindet sich im Allgemeinen in oberen Regionen relativ warme, aus wärmeren Gegenden dahin geflossene Luft, in der Tiefe dagegen relativ kältere Luft. Der Massen-Austausch von oben und unten wird daher polwärts in hohen Breiten abnehmen, weil die Luft der Tiefe selten Auftrieb verspürt, und mithin schwächt sich das Arbeitsvermögen der horizontalen Temperatur-Differenzen in hohen

Digitized by Google

Breiten polwärts ab, so dass die Steilheit in der Neigung der Flächen gleichen Druckes dort sich vermindert oder das zuletzt noch schwache, polwärts gerichtete Gefälle durch andere Einwirkungen gar ganz vernichtet wird. Alsdann treiben die Luftmassen über einander hin, ohne sich wesentlich zu beeinflussen und die meridionale Zirkulation hört fast ganz auf, während in der Tiefe der Westwind verschwindet.

e) Wechselnde Bewegungs-Erscheinungen in der Atmosphäre.

Es ist hier nicht die Absicht, die durch Störungen veranlassten, stets wechselnden Bewegungs-Erscheinungen der atmosphärischen Luft zu besprechen, deren Einfluss das veränderliche Wetter der gemässigten Zone bedingt; jedoch kann hier angedeutet werden, dass auch diese Erscheinungen in innigem Zusammenhange zu den vorne besprochenen Bewegungs-Gesetzen stehen und nur im Zusammenhange mit dem Studium der allgemeinen Luftzirkulation verstanden werden können.

Es ist erkannt worden, dass jenseits des 9ten Breitenkreises bis zum Pole hin im Allgemeinen die Luft eine sinkende Bewegung ausführt, welche in der eigentlichen Trockenzone zu besonderer Ausbildung gelangt, in höheren Breiten aber sehr gering ist. Hier ist die Witterung einem steten Wechsel unterworfen, weil jede Aenderung der Temperatur-Vertheilung und jede Verschiedenheit der Temperaturen, welche längs ein und demselben Breitenkreise anzutreffen ist, zu einer Mischung der oberen und unteren Luftmassen führt. Eine solche Vermischung der oberen und unteren Luftmassen wird aber nothwendigerweise eine lokale Aenderung der Druckvertheilung herbeiführen, weil dadurch die Westwinde der Höhe abgeschwächt werden und somit jener Gleichgewichtszustand vernichtet wird, bei welchem die meridionale Beschleunigung $\frac{g}{n} - 2v\omega \sin\varphi$ den Werth Null annimmt. Während in Nähe des Aequators in der Höhe „v“ niemals so gross sein kann, dass das zweite Glied $2v\omega \sin\varphi$ dem ersten Gliede $\frac{g}{n}$ an Grösse gleich käme und hierdurch immer Sauge- und Steigeströme, also beständig Regengebiete, entstehen; ebenso bilden sich in der gemässigten Zone durch die zeitweise Verminderung von v gelegentlich auch lokale Sauge- und Steigeströme, also Gebiete gleichzeitigen Regenwetters aus.

Selbst mässige steigende und fallende Luftströme können sicherlich bei günstiger Temperatur-Vertheilung sehr störend in die Bewegungszustände der gemässigten Zone eingreifen, handelt es sich bei der Wetter-Gestaltung in der gemässigten Zone doch nicht allein um die Leistung mechanischer Arbeiten durch periodisch auftretende Kräfte, sondern vielmehr oft nur um die Störung eines vorhandenen Bewegungs-Systemes, bei welchem in der Höhe starke Winde und in der Tiefe Windstillen oder schwache Winde vorhanden sind und bei welchem im Beharrungszustande durch den Mangel meridionaler Luftbewegung die horizontalen Temperatur-Differenzen kaum eine Arbeit verrichten. Es bedarf in der gemässigten Zone nicht immer einer grossen von aussen hinzugeführten Arbeitsleistung um Depressionen und Winde in der Tiefe zu erzeugen, sondern nur einer Störung jenes Beharrungszustandes, bei welchem die Luftschichten übereinander hingleiten, ohne Kraft resp. Bewegung von einer Schicht auf die andere zu übertragen.

In der Deutschen Bauzeitung, S. 595, Jahrg. 1885, ist darauf hingewiesen, dass Luftmassen steigende und fallende Bewegungen ausführen, wenn dieselben in der Trägheitsbahn sich bewegen, d. h. der ablenkenden Kraft der Erdrotation folgen, weil die Trägheitsbahnen in der Ebene des Breitenkreises liegen und also von der Erdoberfläche sich schräge hinauf bis zu höheren Schichten erstrecken. Eine Luftmasse, welche in anderer Luft schwimmt und nur der Trägheitsbahn folgt, wird steigende und fallende Bewegungen ausführen. Es kann sich zwar ereignen, dass diese Luftmasse kälter und schwerer ist als die sie umgebende ruhende Luft und daher die steigende Bewegung in nur beschränkter Weise zum Austrage kommt. Immerhin wird der Umstand, dass Luft, welche der Trägheitsbahn folgt, steigt und fällt, die Massenmischung übereinander lagernder Luftschichten begünstigen und daher erheblich auf die atmosphärischen Zirkulationen und Druck-Vertheilungen einwirken. So ist es denn z. B. auch möglich, dass die geringen Bewegungen, welche durch Ebbe- und Fluthwirkung in der Atmosphäre täglich bestehen müssen, auch kleine steigende und fallende Luftströmungen veranlassen und dadurch Vorgänge in der Atmosphäre erzeugen, welche in der beschriebenen Weise zur Umgestaltung der Druck-Vertheilung und der Bewegungs-Zustände der Atmosphäre beitragen.

Es ist augenscheinlich die Bildung von Depressionen und Maxima, wie überhaupt die ganze Wetter-Gestaltung von so ausserordentlich vielen Umständen abhängig, dass wir nur an der Hand exakter Beob-

Digitized by Google

achtung aller in der Atmosphäre sich darbietenden Erscheinungen nach und nach ein Bild von den Vorgängen selbst gewinnen können und es wird daher diesseits als nicht wünschenswerth betrachtet, durch Aufstellung rein theoretischer Spekulationen und Rechnungen, welche einer empirischen Basis entbehren, vorzugreifen.

f) Die Kalmenzone am Aequator.

In der Nähe des Aequators spannt sich um die Erde eine Zone, in welcher Winde von ausgesprochen vorherrschender Richtung und erheblicher Stärke kaum auftreten. Ueber die Entstehung dieser Kalmenzone, d. h. Zone vorherrschender Windstillen, giebt es manche Erklärungen, welche ganz fasslich klingen und doch nicht erschöpfend den Sachverhalt darlegen. Wir begegnen z. B. auch in der bekannten Veröffentlichung von Werner Siemens „Ueber die Erhaltung der Kraft in der Atmosphäre" der Vorstellung, dass am Aequator Windstille durch das Zusammentreffen zweier entgegengesetzt gerichteter Passatströme entstanden sei, welche hier aufwärts steigend unten einen todten Winkel belassen, woselbst der Wind nicht hingelangt. Es fehlte dieser Theorie aber jeder bindende Nachweis, weshalb der todte Winkel nothwendiger Weise zur Ausbildung gelangen muss.

Der Nachweis ergiebt sich wie folgt: Es sind vorerst am Aequator überhaupt nur geringe horizontale Temperatur-Differenzen vorhanden und ist daher die Entstehung lokaler Winde daselbst eine beschränkte. Ferner ist darzuthun, dass ein Luftstrom, welcher von anderen Breiten der Aequator-Gegend „bewegte und zwar als Ostpassat strömende Luft" zuführt, in der Tiefe nicht wirksam ist, sondern höchstens in der Höhe als Wind fortzueilen vermag. Es soll gezeigt werden, dass in diesem Punkte ein Unterschied zwischen äquatorialen und höheren Breiten besteht, welcher sich so äussert, dass in höheren Breiten ein vermöge seiner lebendigen Kraft eilender Wind bei fehlenden horizontalen Temperatur-Differenzen nur dann in der Tiefe nicht mehr fort bestehen wird, wenn durch Reibungs-Widerstände die Luft in ganzer Masse, oben und unten beruhigt worden und die lebendige Kraft völlig verzehrt ist, während am Aequator eine solche Beziehung nicht besteht, so dass es dort nur darauf ankommt, in der Tiefe die Winde einmal durch Reibung beruhigt zu haben, um daselbst unten Windstille zu erhalten. Die Winde der Höhe treiben alsdann in fast ungeschwächter Stärke weiter, ohne nach unten Bewegungs-Energie zu verpflanzen.

In Folgendem wird besprochen, wie eine Uebertragung der Bewegung aus der Höhe auf die Tiefe sich in höheren Breiten vollzieht und dass dieser Vorgang proportional dem Sinus der Breite gegen den Aequator zu mit $sin\,\varphi = 0$ verschwindet.

Es mögen an einem Orte mittlerer Breite horizontale Temperatur-Differenzen fehlen, dagegen in einiger Höhe Luft, mit Geschwindigkeit begabt, zugeströmt sein. Es wird nun sofort dieser Wind das Bestreben haben, von der geradlinigen Bahn abzulenken, und, der ablenkenden Kraft der Erdrotation folgend, auf der Nordhemisphäre nach rechts drängen. Es ist nun der Fall denkbar, dass dieser Rechtsablenkung Nichts im Wege steht, es ist aber meistens die Ablenkung durch andere still liegende Luftmassen beeinträchtigt und alsdann leisten diese ruhenden Massen der sich bewegenden Luft einen Widerstand, sie werden gedrückt und so zusammengestaut, dass sich eine Neigung der Fläche gleichen Druckes an jenem Orte in der Höhe der Windschicht ausbildet, welche ihren Maximalwerth erreicht, wenn die durch Neigung der Fläche gleichen Druckes veranlasste Beschleunigung $\frac{g}{n}$ der andrängenden Beschleunigung $2\,v\,\omega\,sin\,\varphi$ das Gleichgewicht hält. Ein Wind der Stärke „v" wird also meistens in der Schicht, in welcher derselbe bläst, angenähert eine Neigung der Flächen gleichen Druckes veranlassen, deren Neigungs-Verhältniss $\frac{1}{n}$ sich etwa nach der Gleichung $\frac{g}{n} - 2\,v\,\omega\,sin\,\varphi = 0$ regelt. In Nähe des Aequators wird für $\varphi = 0$ auch $\frac{1}{n}$ zu Null; d. h. daselbst bleibt die Fläche gleichen Druckes horizontal. Für den oben vorausgesetzten Fall, dass horizontale Temperatur-Differenzen nicht bestehen, sind die Flächen gleichen Druckes aller Schichten einander parallel, so dass ein in der Höhe erzeugtes Gefälle sofort sich auch in gleicher Stärke in der Tiefe einstellt, hier Winde erzeugend. Also überträgt sich in mittleren Breiten der Wind der Höhe auf die Tiefe und vollzieht sich dieser Vorgang, bis der Wind der Tiefe durch Reibung verzögert, von oben an lebendiger Kraft ergänzt, zuletzt die ganze lebendige Kraft der oberen bewegten Schicht vernichtet hat. Da nun den oberen Luftschichten vielfach Gelegenheit geboten ist, Windgeschwindigkeiten zu erzeugen, so finden wir durch die in mittleren Breiten nothwendige Uebertragung der Bewegung auf die Tiefe daselbst auch unten in Nähe des

Digitized by Google

Erdbodens vielfach Winde. Am Aequator dagegen fliesst oben der Wind ohne Störung dahin, erleidet keine Ablenkung, weil $2v\omega \sin\varphi$ für $\varphi = 0$ auch gleich Null wird, und überträgt sich daher keine lebendige Kraft von oben nach unten, so dass eine in der Tiefe etwa zeitweilig vorhandene Windgeschwindigkeit bald erlahmen kann, ohne von oben her neu angefacht zu werden. Die untere Luftmasse ruht auf der Erdoberfläche, Windstille erzeugend, still auf, bis sie gelegentlich aufwärts geführt wird. Diese Entfernung der unteren ruhenden Luftschicht geschieht aber nicht schnell, da diese Luft durch den in der Regenzone fallenden häufigen Regen relativ kühl und schwer ist, sich also nicht besonders zum Emporsteigen eignet. Mithin verharrt am Aequator über dem Erdboden eine Luftmasse, welche weder durch lokale Temperatur-Differenzen noch durch eine in anderen Breiten vorhandene Einwirkung der oberen Winde in Bewegung gesetzt wird. Es herrscht daselbst also vorwiegend Windstille.

g) Die arktische Zone im Winter.

Im Sommer bestehen in der arktischen Zone zwischen verschiedenen Breiten horizontale Temperatur-Gegensätze und entspricht darum die Luftbewegung dann daselbst etwa den in der gemässigten Zone obwaltenden Verhältnissen.

Im Winter lagert aber in der arktischen Zone über dem Erdboden eine sehr kalte Luftschicht, welche im ganzen Bereiche, soweit die Winternacht reicht, ziemlich gleich niedrige Temperatur aufweist. Die horizontalen Differenzen sind im Innern der arktischen Zone sehr klein geworden, die Flächen gleichen Druckes verlaufen einander angenähert parallel und ein an sich durch die Kälte der unteren Schichten abgeschwächter Massenaustausch der Luft von oben und unten führt zu keiner Arbeitsleistung, weil Arbeitsleistungen durch solchen Massenaustausch nur dann begünstigt werden, wenn die übereinander befindlichen Flächen gleichen Druckes konvergiren und divergiren. Die fehlende Arbeitsleistung bedingt Ruhe in der Atmosphäre, weil der etwa vorhandene Wind durch Reibung bald vernichtet ist und nun keinen Ersatz an lebendiger Kraft findet. Die Ruhe der Atmosphäre bedingt eine horizontale Erstreckung der Flächen gleichen Druckes zunächst in der Tiefe, alsdann auch in der Höhe und somit auch in der Höhe geringe Wind-Geschwindigkeiten, weil sich nach der Gleichung $\frac{g}{n} - 2v\omega \sin\varphi = 0$ für φ fast $= 90°$ und für $\frac{g}{n}$ klein, geringe Werthe „v“ berechnen.

Gestört wird diese Ruhe im Innern der arktischen Zone durch zeitweise Ueberfluthung der kalten Luft durch wärmere, vom Rande der arktischen Zone in diese eindringende Luftmassen. Obwohl im Innern der Kältezone die horizontalen Temperatur-Differenzen im Mittel recht klein sind, so entwickeln sich aber gerade am Rande der arktischen Zone bedeutende Temperatur-Gegensätze, die zu lebhaften Störungen Veranlassung geben, welche sich ihrerseits weit ins Innere der arktischen Zone zeitweise fortpflanzen. Es überfluthet warme, an der arktischen Grenze befindliche Luft das Kältegebiet, belastet die unteren Massen daselbst und die überfluthende Luft gewinnt dabei durch die Annäherung an den Pol nach dem Gesetz der Flächen schnell an Westwind-Geschwindigkeit. Dieser obere Westwind bedingt die Entstehung starker Neigung der Fläche gleichen Druckes, weil nach der Gleichung $\frac{g}{n} - v(\omega + \omega')\sin\varphi^*) = 0$ für φ fast gleich 90° sich schon bei mässigen Werthen von v hohe Werthe $\frac{g}{n}$ ergeben müssen. Diese Neigung der Flächen gleichen Druckes der Höhe wird auf die Tiefe übertragen und finden wir daher unten in Nähe des Erdbodens folgende Windsysteme ausgebildet. Erstens zeigt sich am Rande ausserhalb der arktischen Zone, woher die warme Luft des Oberstromes abgeflossen ist, eine Depression, in welche die kalte Luft aus der arktischen Zone als Ostwind sich ergiesst. Ferner bildet sich unter jenem Orte, welchen die oben polwärts sich bewegende warme Luft erreicht hat, etwas höherer Luftdruck aus, welcher polwärts, entsprechend der Neigung der oberen Flächen gleichen Druckes, an Stärke abnimmt; daher entstehen in der Tiefe während der Ueberströmung auf dem polaren Hange des innerhalb der arktischen Zone gebildeten Druckgürtels Süd-Westwinde, welche kalte Luft zeitweise dem Pole zutreiben. Hört die Ueberfluthung auf, weil mit der Entstehung der äusseren Depression die obere Fläche gleichen Druckes sich am Rande der arktischen Zone gesenkt hat, dann bewirken die von dem Druckgürtel ausgehenden nach Süd und Nord, auf der Nordhemisphäre

*) Statt $2v\omega \sin\varphi$ ist hier der genauere Werth $v(\omega+\omega')\sin\varphi$ geschrieben, weil mit Annäherung an den Pol ω wesentlich von ω' abweicht.

Digitized by Google

z. B. als Nordostwind und Südwestwind wehenden kalten Winde eine Vernichtung des Druckgürtels, eine Abführung der kalten Luft aus demselben und einen Ersatz dieser Luft durch warme in der Höhe zugeflossene Luft, welche sich in demselben Maasse nieder senkt, als unten die kalte Luft nach Süd und Nord auseinandergetrieben wird. Mit der Schwächung des unteren polaren Gefälles ist auch eine Schwächung des oberen Gefälles verbunden. Die mit erheblicher Westwind-Geschwindigkeit „v" begabte warme Luft überwindet vermöge der ablenkenden Beschleunigung $v(\omega + \omega') \sin \varphi$ den nun kleineren Werth $\frac{g}{n}$ und zieht sich daher die Luft in der Höhe wieder etwas vom Pole zurück; unten entsteht Windstille und es vergeht einige Zeit bis abermals eine neue Ueberfluthung warmer Luft das arktische Gebiet trifft. Dann erneuern sich die beschriebenen Vorgänge. Eine kontinuirliche Ueberfluthung ist aber nicht möglich, weil das Gesetz der meridionalen Temperatur-Abnahme in der arktischen Zone ein ganz anderes ist, als ausserhalb oder gar am Rande derselben.

h) Grösse der Arbeitsleistung in verschieden hohen Luftschichten.

Es ist bisweilen die Meinung angedeutet worden, dass die Luftbewegung in sehr hohen Regionen darum von geringem Einflusse auf die allgemeine Wettergestaltung sei, weil in der Höhe die Luft sehr dünn ist und also geringe Masse besitzt. Luft, welche in grosser Höhe sich befindet, wird nur dann ein erhebliches Maass von Energie in sich aufgenommen haben, wenn die Luft grosse Geschwindigkeit erreicht hat. Es ist die Frage, ob mit wachsender Höhe der Werth $\frac{m v^2}{2}$ pro Raumeinheit Luft zu- oder abnimmt.

Die Frage kann zwar nicht bestimmt beantwortet werden, weil die horizontalen Temperatur-Gegensätze nur für die unteren Schichten, nicht aber für die Höhe bekannt sind. Nehmen wir nun aber einmal an, dass die horizontalen Temperatur-Differenzen auch in den grössten Höhen sich zwischen Aequator und Pol angenähert so vorfinden mögen wie unten und also die Konvergenz der obersten und der untersten Fläche gleichen Druckes proportional der Höhe sich steigere, dann gelangen wir zu folgendem Schlusse. Die Arbeitsleistungen, welche in einer Luftschicht sich vollziehen, sind angenähert proportional der Neigung der Flächen gleichen Druckes und proportional der Dichtigkeit der Luft. In 5000 m Höhe unterliegt die Luft etwa dem Drucke einer halben Atmosphäre, die Dichtigkeit derselben sei ϱ, die Neigung der Fläche gleichen Druckes betrage dort $\frac{1}{n}$. In 10000 m Höhe treffen wir einen gleichen Werth für das Produkt aus Luft-Dichtigkeit und Gefälle an; denn daselbst ist die Dichtigkeit der Luft, entsprechend dem Drucke einer viertel Atmosphäre halb so gross als in 5000 m Höhe, die Neigung der Flächen gleichen Druckes aber doppelt so gross, nämlich $\frac{2}{n}$; so dass das Produkt aus $\frac{\varrho}{2}$ und $\frac{2}{n}$ wieder $\frac{\varrho}{n}$ liefert. In 20000 m Höhe ist die Dichte $\frac{\varrho}{4}$ die Neigung der Flächen gleichen Druckes $\frac{4}{n}$, als Produkt ergiebt sich wieder $\frac{\varrho}{4} \cdot \frac{4}{n} = \frac{\varrho}{n}$.

Diese Betrachtung liefert als Resultat, dass auch die oberen und höchsten Luftschichten für die allgemeine Luftzirkulation und Wettergestaltung von grosser Bedeutung sind, wenn die meridionalen Temperatur-Differenzen auch in der Höhe sich vorfinden. Es nimmt dann ein Luft-Volumen selbst in den höchsten Luftschichten eben so viel mechanische Arbeit in sich auf als ein gleiches Luft-Volumen in der Tiefe, wenn in beiden Fällen die Luft eine gleiche Wegesstrecke in Richtung des Gefälles der Flächen gleichen Druckes zurücklegt. Für die Erklärung der meteorologischen Erscheinungen ist nach Vorstehendem die Bewegung der Luft bis zu den höchsten Regionen hinauf von Bedeutung.

i) Zusammenstellung der Resultate.

In Folge der meridionalen Temperatur-Gegensätze stellen sich die über einander befindlichen Flächen gleichen Druckes in der Atmosphäre schräge, dieselben konvergiren im Winkel gegen den Pol, mit Ausnahme der untersten Flächen gleichen Druckes in Nähe des Aequators, welche zur Regenzone divergiren, weil dort die Luft durch den fallenden Regen unten abgekühlt ist. Wenn an anderen Orten die unteren Flächen gleichen Druckes zeitweise oder auch im Mittel von hohen nach niederen Breiten abfallen, dann ist dieser Umstand durch eine nicht kontinuirliche meridionale Abstufung der Temperatur veranlasst. Das Gefälle der Flächen gleichen Druckes der Höhe ist etwa am 60sten Breitenkreise am stärksten, weil dort die Temperatur-Differenzen im Meridiane am bedeutendsten sind. Im arktischen Winter ist das Gefälle im Innern der Kältezone gering.

Digitized by Google

Die Winde aller Zonen würden beständig dem Breitenkreise folgen, wenn die Geschwindigkeits-Komponente derselben, im Sinne des Breitenkreises gemessen, sich nach der Gleichung $\frac{g}{n} - 2 v \omega \sin \varphi = 0$ oder genauer angegeben $\frac{g}{n} - (\omega + \omega') v \sin \varphi = 0$ regelte. Hierin ist ω die Winkel-Geschwindigkeit der Erdrotation, ω' die absolute Winkel-Geschwindigkeit der Luft, also $\omega' = \omega + \frac{v}{r}$, r der Radius des Breitenkreises der Breite φ, g die Beschleunigung der Schwere und $\frac{1}{n}$ das Gefäll-Verhältniss der Fläche gleichen Druckes. In den oberen Luftschichten wird die Luft gezwungen, angenähert diese Gleichung zu erfüllen, weil jede Abweichung im Werthe „v" einen Uebertritt in andere Breiten bedingt, wodurch das Fehlende ergänzt oder der Ueberschuss vernichtet wird. Obwohl erst etwa am 60sten Breitenkreise die Werthe $\frac{g}{n}$ ihren Maximalwerth erreichen, liefert die angezogene Gleichung dennoch für niedrigere Breiten etwa zwischen dem 30sten und 40sten Grade schon die grössten Werthe von v, weil der Sinus der Breite im Ausdruck für v im Divisor steht: $v = \frac{g/n}{2 \omega \sin \varphi}$. Vom 35sten Grade polwärts nimmt die Geschwindigkeit v des oberen Westwindes an Grösse ab und erreicht sogar zuletzt den Werth Null, weil nach der genaueren Gleichung $v = \frac{g/n}{(\omega + \omega') \sin \varphi}$ der Werth ω' zuletzt gleich Unendlich wird.

Aus dem Umstande, dass sich ein Beharrungs-Zustand in der Atmosphäre mittlerer Breiten nur dann ergiebt, wenn von unten nach oben eine erhebliche Zunahme der Westwind-Geschwindigkeit sich vorfindet und erhalten bleibt, sind Störungen der allgemeinen Luftzirkulation, durch Massen-Austausch von Luft nach oben und unten veranlasst, abzuleiten. Es entwickeln sich Vorgänge, welche dem Wirken einer arbeitenden Maschine vergleichbar sind und also dazu beitragen, dass Arbeit geleistet wird.

In der heissen Zone steht die Grenzscheide des Regengürtels und der Trockenzone in Abhängigkeit von den vorhandenen Temperatur-Differenzen, von der Höhen-Erstreckung der Atmosphäre und von der Stärke der zuströmenden Winde.

Die Berechnung der Lage der Druckgürtel bereitet besondere Schwierigkeit, weil die Stärke der zuströmenden Winde noch unbekannter ist als am Aequator und weil im Uebrigen ebensoviel und mehr Umstände mitsprechen als bei der Ausbildung der Regenzone.

8. Schluss.

Obwohl die entwickelten Resultate in inniger Beziehung zu den Ferrel'schen Anschauungen der allgemeinen Luftzirkulation dargestellt sind, weichen dieselben in den Ergebnissen doch sehr von Ferrels Folgerungen ab. Ferrel sucht die geringsten Westwinde am 38sten Breitenkreise, sowohl in der Höhe als in der Tiefe, im Vorstehenden dagegen ist gezeigt, dass gerade etwa am 38sten Grade in der Höhe die stärksten Westwind-Geschwindigkeiten sich ausbilden werden. Vom 38sten Grade gegen den Pol hin soll die Stärke der Westwinde nach Ferrel von Null bis zu hohen Werthen zunehmen; nach Vorstehendem nimmt dagegen die Stärke der Westwinde vom 30sten oder 40sten Grade polwärts ab. Der Ort der geringsten West- oder Ostwinde findet sich nach Ferrel etwa am 38sten Grade, nach Vorstehendem jedoch etwa am 9ten, höchstens am 12ten oder 15ten Grade. Die Ausbildung und örtliche Lage des Gürtels hohen Luftdruckes am 30sten Grade ist nach Ferrel einzig ein Resultat der West- und Ostwinde zu beiden Seiten der Zone höchsten Druckes, nach Vorstehendem aber das Resultat höchst komplizirter Vorgänge, bei welchen der meridionale Transport von Luftmasse eine wichtige Rolle spielt, wobei Saugeströme, Stauströme, steigende und fallende Ströme etc. mitwirken, bei deren Vernachlässigung ein Verständniss der Erscheinungen ausgeschlossen ist.

Als wichtiges Resultat der Schlussfolgerungen Ferrels bleibt jedoch die Thatsache hervorzuheben, dass der Uebertritt von stark bewegter Luft der höheren Schichten in tiefere Regionen ein Zurückströmen der Luft mittlerer Tiefe von höheren nach niederen Breiten durch Nordwestwinde auch dann begünstigt, wenn das Zurückströmen gegen einen vom Pole zum 30sten Kreise zunehmenden Druck geschehen muss. Die Ausbildung der auf nördlicher Hemisphäre als Nordwestwinde wehenden Winde mittlerer Tiefe, welche die im oberen Südwest-Strome polwärts geflossene Luft zurückführen, geschieht jedoch in einer etwas anderen Weise als Ferrel seinen Rechnungen zu Grunde gelegt hat. Die Westwind-Geschwindigkeiten sind im allgemeinen bei weitem kleiner als Ferrels Rechnungen ergeben. Der Oberstrom erfährt bei dem Uebertritt

Digitized by Google

in höhere Breiten schon frühzeitig eine sehr bedeutende Verzögerung, indem derselbe den grössten Theil seiner absoluten Westost-Rotations-Geschwindigkeit schon in niederen Breiten auf die unteren Schichten überträgt, so dass diese weniger vermöge ihrer zuvor besessenen Westwind-Geschwindigkeit sich zum Aequator ziehen, als vielmehr in Folge der bedeutenden Kraft-Uebertragung, welche die unteren Schichten aus den oberen Schichten empfangen. Lässt diese Kraft-Uebertragung in Folge eines Mangels vertikaler Mischung der Luftmassen zeitweise nach, dann ergiebt sich in der Tiefe sehr bald Windstille.

Wir gelangen zu der Ansicht, dass die Arbeiten, welche die allgemeine Luftzirkulation haben erklären wollen, weniger die wahren verwickelten atmosphärischen Vorgänge aufgedeckt haben, sondern sich vielmehr damit begnügten, eine einzelne vorhandene Beziehung ans Licht zu ziehen und diese mit grossem Aufwande an mathematischen Entwickelungen eingehend in ihren Folgerungen zu behandeln, unabhängig davon, ob das jener Berechnung zu Grunde gelegte Problem mit den wahren Vorgängen der Natur genaue Uebereinstimmung besitzt. Es wird der Werth der Rechnungs-Resultate überschätzt, das noch Unverstandene gilt als erwiesen und an Stelle des Strebens nach völligem Verständnisse tritt die Freude über die scheinbar erheblichen wissenschaftlichen Erfolge, welche in Wahrheit nur ein einzelnes Glied in der Kette des Fortschrittes sind.

Der von Werner Siemens im vergangenen Jahre in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin gehaltene Vortrag: „Ueber die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde“, geht in geringerem Grade auf die Einzelheiten der verworrenen Vorgänge ein, welche in unserer Erdatmosphäre sich vollziehen. Es ist dies erklärlich, weil als Hauptzweck jenes Vortrages wohl die Absicht gelten dürfte, das Interesse grösserer Kreise auf die grossen Prinzipien der Luftbewegung zu lenken und zur Bearbeitung des Stoffes anzuregen.

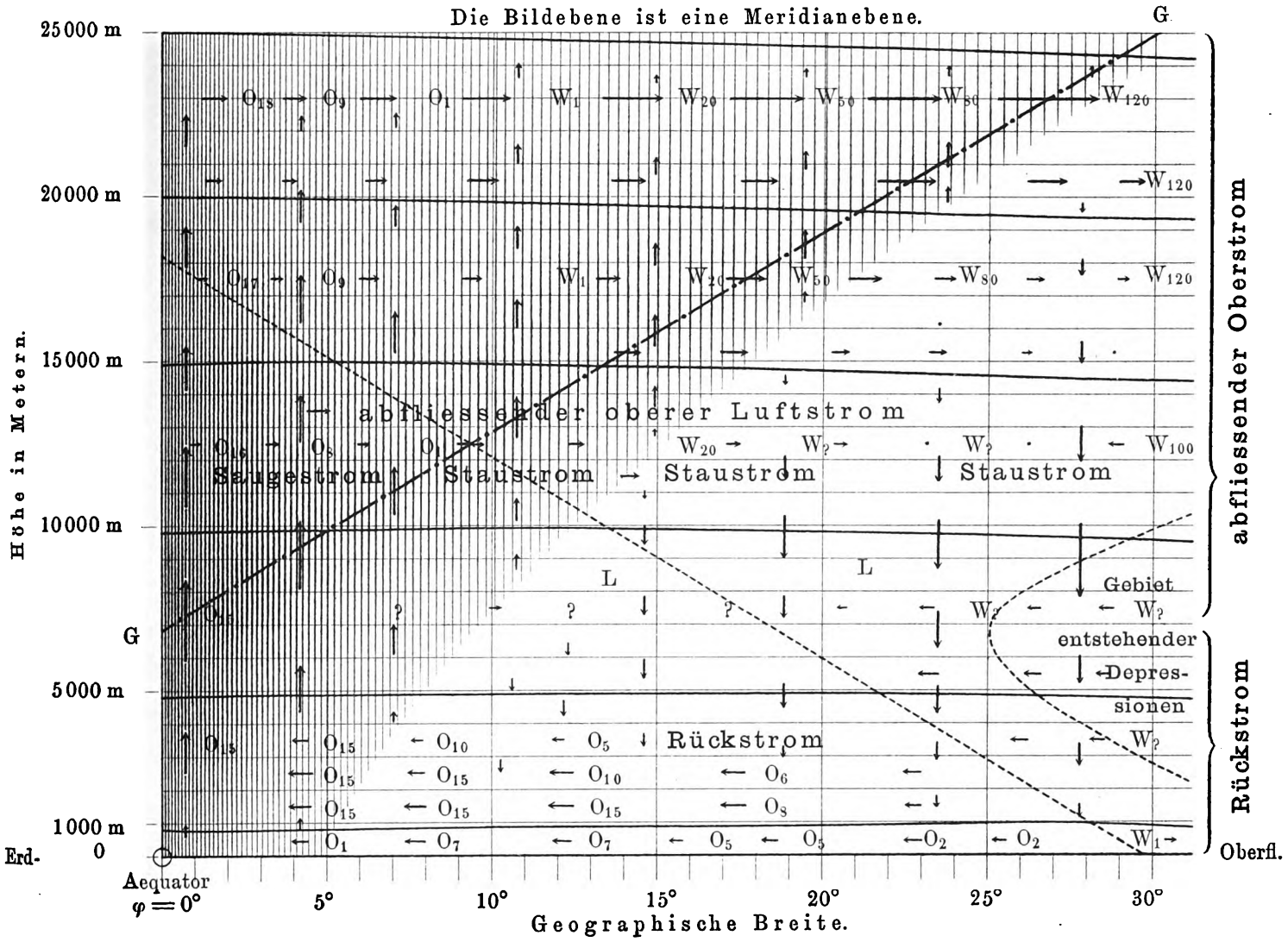
Versucht man, wie hier für einige Beziehungen ausgeführt worden ist, im Einzelnen jeden in der Atmosphäre sich vollziehenden Vorgang genau zu verfolgen, jede mögliche aber nothwendige Schlussfolgerung zu ziehen und deren Einwirkung auf sichtbare oder messbare Erscheinungen in der Natur zu verfolgen, dann gewinnt man sehr reichliches Material zur Kontrole, resp. Berichtigung der gewonnenen Anschauungen. Dabei ist eine sehr maassvolle Anwendung mathematischer Entwickelungen durchaus geboten, weil jeder zu grosse Bau, auf unvollkommenem Fundament errichtet, unbedingt fehlerhaft ist, später einstürzen muss und Schaden anrichten kann.

Wo die Theorie in den Dienst einer praktischen Wissenschaft tritt, soll dieselbe bemüht sein, solche Resultate zu fördern, welche den wahren in der Natur sich vollziehenden Vorgängen entsprechen und daher von direktem praktischen Nutzen sind.

Digitized by Google

Darstellung

der Sauge- und Stauströme, der Grenzscheide derselben, der steigenden und fallenden Ströme und der Flächen gleichen Druckes der Luftzirkulation niederer Breiten.



Erklärungen.

Grenze des Saugestromes und des Staustromes.

Verbindungslinie der horizontalen Scheitelpunkte der Flächen gleichen Druckes.

Steigender Strom.

Fallender Strom.

Flächen gleichen Druckes.

O_{15} = 15 m Ostwind-Komponente.

W_{100} = 100 m Westwind-Komponente.

→ Meridionale Komponente.

↑ Steigende Komponente des Windes, verzerrt, viel zu gross gezeichnet.

Digitized by Google

Digitized by Google

Berichtigung und Ergänzung

zur Abhandlung

„Der Kreislauf der atmosphärischen Luft zwischen hohen und niederen Breiten."

(Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, Jahrgang 1887 No. 3.)

a) S. 5 der Abhandlung ist in Z. 2 des Beispiels für „Höhenschichten" zu setzen „isobarische Schichten".

b) S. 26 der Abhandlung ist der Schluss des Abschnitts *h.* von den Worten „In 20000 m Höhe" an durch das Folgende zu ersetzen:

In Stufen von beispielsweise je 5000 m Höhe wächst das Gefälle der oberen Schichten etwa um das gleiche Maass $1/n$, dasselbe beträgt also in k mal 5000 m Höhe k/n. Der Luftdruck zeigt dagegen, sofern man von der Temperatur-Abnahme absieht, in gleicher Höhe (k mal 5000 m) nur noch $1/2^k$ Atmosphären-Spannung, also $1/2$ Atmosphäre mal $\frac{1}{2^{k-1}}$. Sieht man von vertikalen Temperatur-Unterschieden hier ab, dann ist obiger Faktor auch das Maass für die Luftdichtigkeit, also für eine die Raum-Einheit erfüllende Masse.

Das Gewicht der Luft in 5000 m Höhe, woselbst $1/2$ Atmosphäre Pressung herrscht, heisse $\mathfrak{S}$, dann ist nach Vorstehendem das Luftgewicht in $k \times 5000$ m Höhe $\mathfrak{S} \cdot \frac{1}{2^{k-1}}$.

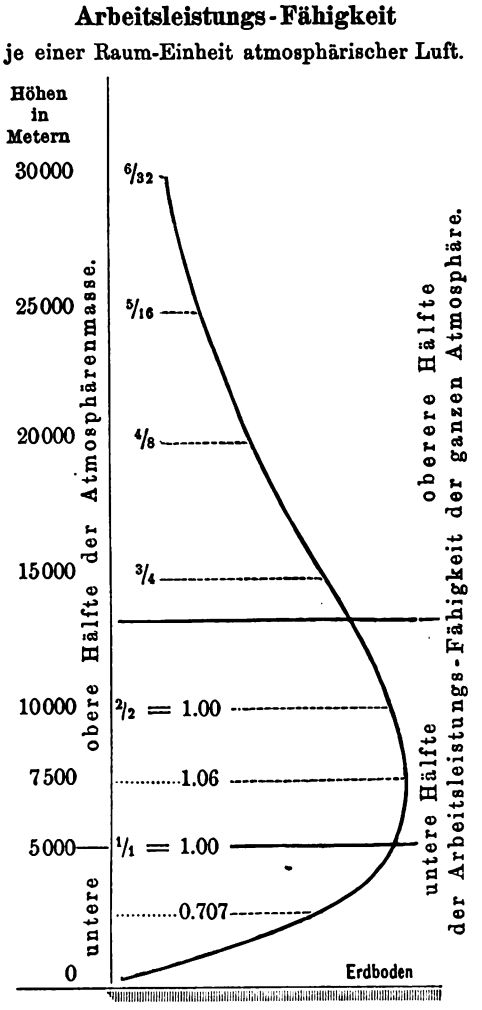
Der gesuchte Werth der Arbeitsleistungs-Fähigkeit ist ein Produkt aus dem Luftgewicht $\mathfrak{S} \cdot \frac{1}{2^{k-1}}$ der Raumeinheit Luft in $5000 \times k$ m Höhe, multiplizirt mit dem absoluten Gefälle k/n der Wegestrecke Eins, welche im Sinne des Gefälles von der Raumeinheit Luft zurückgelegt wird.

Obiges Produkt $\frac{\mathfrak{S}}{n} \cdot \frac{k}{2^{k-1}}$ nimmt für den Fall $k = 1$, d. h. in 5000 m Höhe den Werth $\frac{\mathfrak{S}}{n}$, in allen übrigen Fällen folgende Werthe an:

Für	2500 m	Höhe	$k = 1/2 \frac{\mathfrak{S}}{n} \cdot \frac{k}{2^{k-1}}$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 0.707$			
"	5000	"	$k = 1$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 1{,}000$	$= \mathfrak{S}/n \cdot (1)$		
"	10000	"	$k = 2$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 2/2$	$= \mathfrak{S}/n \cdot (1/2+1/2)$		
"	15000	"	$k = 3$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 3/4$	$= \mathfrak{S}/n \cdot (1/4+1/4+1/4)$		
"	20000	"	$k = 4$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 4/8$	$= \mathfrak{S}/n \cdot (1/8+1/8+1/8+1/8)$		
"	25000	"	$k = 5$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 5/16$	$= \mathfrak{S}/n \cdot (1/16+1/16+1/16+1/16+1/16)$		
"	30000	"	$k = 6$	$= \mathfrak{S}/n \cdot 6/32$	$= \mathfrak{S}/n \cdot (1/32+1/32+1/32+1/32+1/32+1/32)$		
Summation der Glieder für den Fall $k = 1$ bis $k = \infty$					$= \mathfrak{S}/n \cdot (2+1+1/2+1/4+1/8+ \ldots)$		
					$= \mathfrak{S}/n \cdot 4$ Meterkilogramm.		

Diese Schätzung der Arbeitsleistungs-Fähigkeit der oberen Hälfte der Atmosphären-Masse ist für den besonderen Fall abgeleitet, dass am Erdboden kein Gradient besteht. Durch Ausrechnung einiger Zwischenwerthe findet man bei gleicher Annahme, dass die Summation für die untere Hälfte der Atmosphären-Masse von 5000 m abwärts bis zum Erdboden den Werth $\mathfrak{S}/n \cdot 0{,}63$ liefert.

Digitized by Google



Dem Verhältniss $\frac{4}{0{,}63}$ entsprechend, ist also annäherungsweise gezeigt, dass die obere Hälfte der Atmosphären-Masse etwa 6 mal so viel Arbeitsleistungs-Fähigkeit aufweise als die untere Hälfte der Atmosphären-Masse; vorausgesetzt, dass am Erdboden kein Gradient bestehe und dass die horizontalen Temperatur-Unterschiede auch in grösster Höhe noch eben so stark auftreten, wie unten.

Wiewohl diese Rechnung nur eine Schätzung sein soll, zeigt dieselbe doch, dass die meteorologischen Untersuchungen sich unter Umständen auf Schichten bis zu mehreren Meilen Abstand von der Erdoberfläche auszudehnen haben.

In der beigefügten graphischen Darstellung ist der Ausdruck $\mathfrak{S}/n$, welcher die Arbeitsleistung der Raumeinheit Luft längs des Weges Eins, in Richtung des Gefälles gemessen, für die Höhe von 5000 m angiebt, gleich „Eins“ gesetzt; es sind also nur die Faktoren $\frac{k}{2^{k-1}}$ als Abscissen nach rechts von der Höhenlinie aufgetragen. Die Endpunkte sind durch eine Kurve verbunden.

Die Darstellung zeigt noch, dass die Grenze für die obere und untere Hälfte der Arbeitsleistungs-Fähigkeit der ganzen Atmosphäre unter obigen Annahmen etwa in 13500 m Höhe zu suchen ist. Die Region für das häufigste Auftreten der Cirruswolken scheint in die Schicht zwischen der eben bezeichneten Grenzscheide der beiden Hälften und derjenigen Höhenlinie zu fallen, welche den Ort für das Maximum der Arbeitsleistungs-Fähigkeit einer Raumeinheit Luft angiebt.

c) Auf den Seiten 8 und 27 ist statt „38. Grad“ zu lesen „35. Grad.“

Seit der Drucklegung meiner Abhandlung im „Archiv“ habe ich Gelegenheit gehabt, das neue Werk von Ferrel: *Recent Advances in Meteorology*)* kennen zu lernen. Zwar war es mir noch nicht möglich, den Stoff dieser grossen Veröffentlichung ganz zu bewältigen, jedoch konnte ich in manchen Punkten schon Beziehungen meiner Resultate zu den Ausführungen derselben gewinnen.

In dem neuen Werke von Ferrel ist die Breite 35°16′ als Grenze des West- und Ostwindes ermittelt. Diese Berechnung beansprucht jedoch nur theoretischen, nicht unmittelbar praktischen Werth, weil dieselbe sich auf Voraussetzungen aufbaut, welche in der wahren Bewegung der Atmosphäre nicht erfüllt sind. Jene Theorie setzt voraus, dass ein Massentheilchen Luft von niederen nach hohen Breiten gelangt, ohne durch Reibungs-Einflüsse am rauhen Erdboden eine Verzögerung der Rotation zu erleiden. Daraus berechnen sich nach dem Gesetz der Flächen sehr grosse relative Geschwindigkeiten. Diese bedeutenden Werthe der Westost-Geschwindigkeit höherer Breiten sind unmittelbare Folge jener Voraussetzung, welche die meridionale Verschiebung der Luftmasse anordnet. Diese Verschiebung trotz der grossen resultirenden Westost-Geschwindigkeit und trotz der dadurch hervorgerufenen zentrifugalen zum Aequator drängenden Kräfte ist nur möglich, wenn sehr grosse zum Pol gerichtete Gradienten bestehen. Daher wird das Vorhandensein dieser Gradienten in der theoretischen Entwickelung angenommen. Es ist Ferrel sehr wohl bewusst, dass weder die hohen Werthe der relativen Rotations-Geschwindigkeit, noch die so besonders grossen Gradienten sich in unserer

*) Annual report of the chief signal officer 1885, Appendix. Washington, 1886.

Digitized by Google

Erdatmosphäre vorfinden, soweit wir uns die Atmosphäre in etwa 4 deutschen Meilen Höhe begrenzt denken. Auch wird es von Ferrel anerkannt, dass jener Werth 35° 16′ nur in dem besonderen Fall sich ergiebt, dass eine Bewegung der Luft nach dem Gesetz der Flächen unter Ausschluss von Kräften statthabe, welche im Sinne des Breitekreises wirken. Zu diesen ausgeschlossenen Kräften gehört vor Allem die Reibung am rauhen Erdboden. Das Vorhandensein der letzteren bedingt für Auffindung der Grenze von Ost- und Westpassat eine neue Rechnung, welche nicht ausgeführt ist. Daher sagt Ferrel auf S. 210 seines Werkes, dass der wahre Bewegungs-Zustand der Atmosphäre nur eine schwache Aehnlichkeit mit den Ergebnissen jener, die Bodenreibung nicht berücksichtigenden Theorien haben könne, dass diese Aehnlichkeit aber immerhin vorhanden sein müsse. „There is a slight approximation towards the results of the case without friction, § 149, as represented in Fig. 3, but instead of the very great east and west components of velocity in that case, we have in the case of nature comparatively very small ones, and consequently a very small variation of pressure in comparison between the equator and the pole."

Ferrel bemüht sich auch, den Reibungs-Einfluss des rauhen Erdbodens zu berücksichtigen, und findet S. 198 und 199 als Resultat, dass in mittleren Breiten die Westwind-Komponente in der Höhe Maximalwerthe erreicht, welche nach dem Pole hin abnehmen und sich dort dem Werthe Null nähern, während dieselben Werthe in der Theorie ohne Berücksichtigung der Bodenreibung sich dem Werthe Unendlich nähern. Dies ist ja auch in meiner Arbeit gezeigt, und stimmen in diesen und allen übrigen Punkten, soweit ich in den Gegenstand einzudringen vermochte, meine Anschauungen mit denen Ferrel's überein, welche ich mir zu eigen machte und benutzte, bevor ich die Arbeit für das „Archiv" schrieb.

Derzeit hatte ich jedoch die Befürchtung, welche nun nach dem Studium des neuesten Werkes geschwunden ist, dass Ferrel der Theorie ohne Berücksichtigung des Reibungswiderstandes am rauhen Erdboden zu viel Bedeutung beilege. Diese Befürchtung war besonders durch den Umstand genährt, dass ich vielfach bei Besprechungen und Wiedergabe der Ferrel'schen Theorien einer Darlegung begegnete, als ob die theoretische Behandlung des Stoffes mit Vernachlässigung der Reibung am rauhen Erdboden die Hauptaufgabe sei und die daraus fliessenden Zahlenresultate sich direkt, wiewohl in abgeschwächter Grösse, in der Natur wieder finden müssten. Dieser Auffassung trete ich entgegen; denn so grosse Unterschiede, wie sie zum Schluss meiner Abhandlung hervorgehoben sind, können nicht die Bezeichnung der Annäherung zwischen dem Rechnungs-Resultat und der Natur zulassen.

Die neueren Versuche Ferrel's, die allgemeine Luftzirkulation der Atmosphäre, unter Berücksichtigung der Reibung der Luft am rauhen Erdboden, zu beschreiben und zu berechnen, laufen meinen Bemühungen parallel, welche hier im „Archiv" veröffentlicht sind.

Die kürzlich in den Sitzungs-Berichten der Berliner Akademie erschienene Arbeit des Herrn Professor Oberbeck (Ueber die Bewegungs-Erscheinungen der Atmosphäre) gelangte erst vor einigen Tagen in meine Hände, und ich muss mich daher eines Urtheils über die Beziehungen seiner Resultate zu den meinigen noch enthalten. Erwähnen möchte ich nur, dass der Weg, auf welchem Herr Oberbeck vorgeht, von dem meinigen sehr verschieden ist, da er die atmosphärische Zirkulation gänzlich auf dem Wege der mathematischen Analyse deduktiv aufzubauen sucht, während ich mich bemühe, aus dem Schlussresultat aller Einflüsse, soweit es die Natur selbst zieht und der Beobachtung zu erkennen giebt, Folgerungen abzuleiten, welche uns einen Einblick in das Getriebe derjenigen meteorologischen Vorgänge gestatten, die sich der direkten Beobachtung aus praktischen Gründen entziehen. Der verschiedene Weg ihrer Gewinnung würde eine allfällige Uebereinstimmung der Resultate um so werthvoller machen.

M. Möller.

Digitized by Google

Digitized by Google

AUS DEM
ARCHIV DER DEUTSCHEN SEEWARTE.
X. Jahrgang 1887.
Herausgegeben von der Direktion der Seewarte.

No. 4.

Die Bahnkurven des Combe'schen Apparates.

Von

Dr. **E. Liebenthal.**

Nebst 3 Figurentafeln.

HAMBURG, 1887.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

Digitized by Google

Digitized by Google

No. 4.

Die Bahnkurven des Combe'schen Apparates.

Von Dr. **E. Liebenthal.**

Nebst drei Figuren-Tafeln.

Auf Anregung und im Auftrage von Herrn Geheimrath Neumayer habe ich zu Anfang des Jahres 1883 im Anschlusse an die von der Deutschen Seewarte veranstaltete Konkurrenz-Prüfung von Chronometern zwei Arbeiten über die Schaukelvorrichtung des Combe'schen Apparates gemacht. Im Nachstehenden sind jene beiden Arbeiten von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus zusammengefasst.

Eine solche Untersuchung scheint mir jetzt nicht ganz ohne Interesse zu sein, da die im vergangenen Winter abgehaltene Prüfung in der That einen Einfluss der Schaukelvorrichtung auf den Gang der Chronometer hat erkennen lassen.

Im letzten Bande dieser Publikationen ist eine durch reichhaltige Illustrationen unterstützte ausführliche Beschreibung des Combe'schen Apparates gegeben worden, so dass ich mich hier bei der Aufzählung der wesentlichsten Theile der Schaukelvorrichtung sehr kurz fassen kann. Die vertikale Axe AB (Fig. 1), um welche sich der Combe'sche Apparat dreht, trägt einen wagerechten Arm MO, an dessen Ende O durch ein Kugelgelenk der Chronometer-Kasten DE so befestigt ist, dass bei horizontaler Stellung desselben die Längsschiffs-Axe ab senkrecht auf MO steht und die Querschiffs-Axe cd die Richtung des Radius MO hat. Ausserdem greifen in den Punkten e und f dieser beiden Axen die Triebstangen der Exzenter l und q an, die durch ein gemeinsames Wellrad w vermittels einer Schnur ohne Ende s mit einem Friktionsrade g verbunden sind, das auf dem horizontalen Rande einer die Axe umgebenden festen Fassung h mit sanfter Reibung gleitet. Dreht sich die Axe AB, so werden also auch das Friktionsrad und durch dieses die beiden Exzenter in Bewegung gesetzt.

Der Kasten DE führt gleichzeitig zwei Bewegungen aus, eine rotirende mit dem Radius MO um den Mittelpunkt M und eine oszillirende um den Unterstützungspunkt O. Die oszillirende Bewegung kann, je nachdem nur q oder l allein, oder beide zugleich in Wirksamkeit treten, dreifacher Art sein: es kann entweder nur eine Drehung um die Längsschiffs-Axe ab, das sogenannte Rollen, oder nur eine Drehung um die Querschiffs-Axe cd, das sogenannte Stampfen, erfolgen, oder es können beide Bewegungen kombinirt vorkommen. In dem der Untersuchung zu Grunde liegenden Falle beträgt die Rotationsdauer 20 und die Oszillationsdauer 8 Sekunden, und der Punkt O legt bei einer ganzen Umdrehung einen Weg von 25 Metern zurück. Die Amplitude der rollenden resp. stampfenden Bewegung beträgt $h = 19°$ resp. $h' = 13°$, d. h. die Axe cd resp. ab entfernt sich bis zu 19° resp. 13° von der durch MO gehenden Horizontal-Ebene. Es ist dies der Maximalbetrag, bis zu welchem sich durch geringe Veränderungen der Exzenter die Amplituden der Oszillationen variiren lassen.

Digitized by Google

Aufstellung der Bewegungs-Gleichungen.

Um die absolute Bewegung eines mit dem Chronometerkasten fest verbundenen Punktes zu bestimmen, legen wir (Fig. 1) durch den Punkt O ein mit dem Combe'schen Apparat fest verbundenes Koordinaten-System der x, y, z, und zwar soll die positive y-Axe die Richtung des verlängerten Radius MO haben und die positive z-Axe vertikal nach oben gehen, während die positive x-Axe in der durch die y-Axe gehenden Horizontal-Ebene so liegen soll, dass ein auf dieser stehender Beobachter die x-Axe links von der y-Axe erblickt. Bei der Rotation des Combe'schen Apparates beschreibt also die z-Axe einen vertikalen Zylindermantel. Ausserdem legen wir (Fig. 5) durch O das Polarkoordinaten-System der r, ϑ, φ, von denen die Poldistanz ϑ von dem auf der Axe der positiven x gelegenen Pole N und die Länge φ von der positiven z- nach der positiven y-Axe, also von A nach Q hin, gezählt werden. Ebenso machen wir (Fig. 1) O zum Ursprung eines mit dem Chronometerkasten fest verbundenen Koordinaten-Systemes der x', y', z', das eine solche Lage haben soll, dass die Axen bei horizontaler Lage des Kastens mit den entsprechenden Axen der x, y, z zusammenfallen. Zugleich führen wir auch hier (Fig. 7) ein mit dem Kasten fest verbundenes Polarkoordinaten-System der r, θ, ψ ein, und zwar soll die Poldistanz θ von dem auf der y'-Axe liegenden Pole G und die Länge ψ von der positiven x'- nach der positiven z'-Axe, also von g nach l hin, gezählt werden.

Die absolute Bewegung eines Punktes P des Kastens ist nun bestimmt, sobald wir die Bewegung des Punktes O und die relative Bewegung des fraglichen Punktes P rücksichtlich des Koordinaten-Systems der x, y, z, d. h. die auf das Koordinaten-System der x, y, z bezogene Bahnkurve kennen, die der Punkt P beschreiben würde, wenn der Punkt O festgelegt und das die Exzenter l und q bewegende Wellrad durch irgend eine andere Vorrichtung in dieselbe gleichförmige Rotation wie im vorliegenden Falle versetzt würde. Zu dem Zwecke machen wir (Fig. 8) den Mittelpunkt M des Combe'schen Apparates zum Ursprung des rechtwinkligen, unveränderlich festen Koordinaten-Systems der u, v, w, dessen Axen denen der x, y, z im Augenblick des Beginnens der Bewegung parallel laufen. Setzen wir nun eine Rotation voraus, die von der positiven u- nach der positiven v-Axe gerichtet ist, so durchläuft der Punkt P (x', y', z'), wenn wir den Radius MO mit R bezeichnen, da die Rotationsdauer 20 Sekunden beträgt, die durch die 3 Gleichungen ausgedrückte Raumkurve:

$$(1)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\begin{cases} u = -R\sin\frac{t}{10}\pi + x\cos\frac{t}{10}\pi - y\sin\frac{t}{10}\pi \\ v = R\cos\frac{t}{10}\pi + x\sin\frac{t}{10}\pi + y\cos\frac{t}{10}\pi \\ w = z, \end{cases}$$

wo die Grössen x, y, z, d. h. die Koordinaten des Punktes P in der relativen Bahn, noch zu bestimmende Funktionen der Zeit t sind.

Um diese abzuleiten, wollen wir gleich den Fall einer kombinirten, rollenden und stampfenden Bewegung ins Auge fassen und als Anfang der Bewegung den Moment zu Grunde legen, in welchem die positive y'-Axe ihren höchsten Stand bei der Amplitude h erreicht hat, während die positive x'-Axe horizontal steht, um im nächsten Momente ihre nach oben erfolgende Oszillation von der Amplitude h' zu beginnen. Alsdann giebt uns Figur 2 die Stellung der beiden Exzenter q und l und der damit verbundenen y'- und x'-Axe zu den Zeiten $t = 0$, 2, 4, 6 Sekunden. Zu Anfang der Bewegung und nach 4 Sekunden fällt also die x'-Axe mit der x-Axe zusammen, während die positive y'-Axe in der yz-Ebene unter dem Winkel h oberhalb resp. unterhalb der positiven y-Axe liegt. Nach 2 und 6 Sekunden dagegen fällt die y'-Axe mit der y-Axe zusammen, während die positive x'-Axe in der xz-Ebene unter dem Winkel h' oberhalb oder unterhalb der positiven x-Axe liegt.

In Figur 3 sind die beiden Exzenter nochmals gezeichnet. Die Hebelarme $oe = r'$ und $of = r$ sind 10 cm lang; wenn dieselben horizontal stehen, so nehmen auch die Radien der Excenter $lh = \varrho'$ und $qg = \varrho$ eine horizontale Stellung ein, während die Mittelpunkte l und q der Exzenter in der Entfernung $p = 34$ cm vertikal unter den Punkten e und f liegen. Die Triebstangen haben also die Länge:

$$eh = \sqrt{p^2 + \varrho'^2};\ fg = \sqrt{p^2 + \varrho^2}.$$

Digitized by Google

Wir wollen nun zunächst von der speziellen Voraussetzung ausgehen, dass nur der in der yz-Ebene liegende Exzenter q in Wirksamkeit sei und den Moment, in welchem qg der y-Axe parallel ist, zum Anfangspunkt der Bewegung nehmen. Nach einer gewissen Zeit t möge die Triebstange aus der Lage gf in die Lage $g'f'$ gekommen sein. Bezeichnen wir nun die Koordinaten von g' und f' mit y_1, z_1 und y_2, z_2 und setzen ferner:

$$< gqg' = \omega \quad \text{und den Elongationswinkel } f\,o\,f' = \varphi',$$

den wir positiv oder negativ rechnen, je nachdem of' oberhalb oder unterhalb der y-Axe liegt, so ist:

$$y_2 = r\,\cos\varphi';\ z_2 = r\,\sin\varphi'$$
$$y_1 = r+\varrho\,\cos\omega;\ z_1 = -p+\varrho\,\sin\omega.$$

Aus der Gleichung:

$$g'f'^2 = p^2+\varrho^2 = (y_2-y_1)^2+(z_2-z_1)^2$$

folgt nun vermittels der Relation:

$$1-\cos\varphi' = 2\,\sin^2\frac{\varphi'}{2}$$

unmittelbar die Gleichung:

$$\left(\varrho\,\cos\omega+2\,r\,\sin^2\frac{\varphi'}{2}\right)^2+(r\,\sin\varphi'-\varrho\,\sin\omega+p)^2 = p^2+\varrho^2,$$

aus der wir bei Vernachlässigung der sehr kleinen Grösse $\sin^2\frac{\varphi'}{2}$, erhalten:

$$\sin\varphi' = \frac{\varrho}{r}\sin\omega-\frac{p}{r}+\frac{1}{r}\sqrt{p^2+\varrho^2\sin^2\omega} = \frac{\varrho}{r}\sin\omega-\frac{p}{r}+\frac{p}{r}\sqrt{1+\frac{\varrho^2\sin^2\omega}{p^2}}$$

oder

$$\sin\varphi' = \frac{\varrho}{r}\sin\omega+\frac{1}{2}\cdot\frac{p}{r}\cdot\left(\frac{\varrho}{p}\sin\omega\right)^2.$$

Im vorliegenden Falle ist nun auch $\left(\frac{\varrho}{p}\sin\omega\right)^2$ eine sehr kleine, ebenfalls zu vernachlässigende Grösse. Mithin gewinnen wir, wenn wir noch

$$\frac{\varrho}{r} = \sin h \quad \text{und} \quad \omega = \frac{t}{4}\pi$$

setzen, da der Exzenter mit gleichförmiger Geschwindigkeit in acht Sekunden eine ganze Umdrehung ausführt, für den Elongationswinkel φ' zur Zeit t die wichtige Relation:

$$\sin\varphi' = \sin h\cdot\sin\frac{t}{4}\pi.$$

Legen wir dagegen den Moment der grössten Elongation h als Anfang der Bewegung zu Grunde, so gelangen wir zu der Gleichung:

$$(2)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \sin\varphi' = \sin h\cdot\cos\frac{t}{4}\pi,$$

von der wir bei den folgenden Untersuchungen Gebrauch zu machen haben werden.

Sodann wollen wir die weitere, spezielle Voraussetzung machen, dass nur der Exzenter l, der in einer Parallel-Ebene zur yz-Ebene liegt, an der Längsschiffs-Axe wirke, und dass gleichzeitig die y'-Axe fest mit der y-Axe verbunden werde. Es wird dann der Hebelarm oe in der xz-Ebene oszilliren. Als Anfangszustand wollen wir auch hier den Moment nehmen, wo der Radius lh horizontal, also der y-Axe parallel ist. Zur Zeit t möge die Triebstange in die Lage $c'h'$ gekommen sein, deren Endpunkte die Koordinaten

$$x_4 = r'\cos\vartheta';\quad y_4 = 0;\quad z_4 = r'\sin\vartheta'$$
$$x_3 = r';\quad y_3 = \varrho'\cos\omega';\quad z_3 = -p+\varrho'\sin\omega'$$

haben, wenn wir

$$< hlh' = \omega' \quad \text{und den Elongationswinkel } c\,o\,e' = \vartheta'$$

setzen. Die Gleichung:

$$(x_4-x_3)^2+(y_4-y_3)^2+(z_4-z_3)^2 = p^2+\varrho'^2$$

Digitized by Google

hat dann aus denselben Ueberlegungen wie vorher, wenn wir

$$\frac{\varrho'}{r'} = \sin h' \text{ und } \omega' = \frac{t}{4}\pi$$

setzen, die Relation:

$$(2^a) \ldots\ldots \sin \vartheta' = \sin h' \cdot \sin \frac{t}{4}\pi,$$

in der also h' die Amplitude der Oszillation bezeichnet, zur Folge. Statt der Gleichungen (2) und (2ª) können wir auch:

$$(2^b) \ldots\ldots \begin{cases} \varphi' = h \cos \frac{t}{4}\pi \\ \vartheta' = h' \sin \frac{t}{4}\pi \end{cases}$$

schreiben, indem wir dabei im Maximum nur einen Fehler von 9 resp. 3 Bogenminuten begehen.

Nach diesen einleitenden Entwickelungen können wir unmittelbar zu dem allgemeineren Fall einer kombinirten Bewegung zurückkehren. Es wirken dann beide Exzenter gemeinsam, und zwar in der Weise, dass die Triebstange fg des Exzenters q stets in der yz-Ebene bleibt, während der Triebstange eh des Exzenters l eine freiere Bewegung gestattet ist. Die y'-Axe wird also stets auf der x-Axe senkrecht stehen und zur Zeit t dieselbe Lage of' einnehmen, die sie innehaben würde, wenn nur q allein wirkt. Dagegen wird die x'-Axe nicht in die Lage oe', welche sie um dieselbe Zeit bei nur stampfender Bewegung eingenommen hätte, sondern in eine solche Lage oe'' kommen, dass

$$h'e'' = h'e' = he = \sqrt{p^2 + \varrho'^2}$$

oder, was auf dasselbe hinauskommt, dass

$$(3) \ldots\ldots \sphericalangle e'' oh' = \sphericalangle e' oh'$$

ist, gerade so, als ob sich die x'-Axe um die Verbindungslinie oh' als Drehungs-Axe um einen gewissen Winkel gedreht hätte.

Bezeichnen nun a, a', a''; b, b', b''; c, c', c'' die Cosinus der Winkel, welche die Axen der x', y', z' mit denen der x, y, z einschliessen, so hat ein Punkt $P(x', y', z')$ des Chronometerkastens im Koordinaten-Systeme der z, y, z die Koordinaten:

$$\begin{aligned} x &= a\,x' + b\,y' + c\,z' \\ y &= a'x' + b'y' + c'z' \\ z &= a''x' + b''y' + c''z'. \end{aligned}$$

Seien ferner β, β', β''; α, α', α'' die Cosinus der Winkel, die oe' resp. oh' mit den Axen der x, y, z bilden, so ist:

$$\beta = \cos \vartheta'; \quad \beta' = 0; \quad \beta'' = \sin \vartheta'$$

$$\alpha = \frac{r'}{oh'}; \quad \alpha' = \frac{\varrho' \cos \frac{t}{4}\pi}{oh'}; \quad \alpha'' = -\frac{p - \varrho' \sin \frac{t}{4}\pi}{oh'}.$$

Unter Benutzung der Gleichung (3) und der Gleichungen:

$$\cos e' oh' = \alpha\beta + \alpha''\beta''; \quad \cos e'' oh' = \alpha a + \alpha' a' + \alpha'' a''$$

gelangen wir nun, wenn wir unter γ den Winkel verstehen, unter dem die Verbindungslinie ol gegen die x-Axe geneigt ist, wenn wir also

$$tg\,\gamma = \frac{p}{r'} \text{ und ferner } \frac{\varrho'}{r'} = \sin h'$$

setzen, zu der **Fundamental-Gleichung:**

$$(4) \ldots\ldots \left(a - \cos \vartheta'\right) + a' \sin h' \cdot \cos \frac{t}{4}\pi - \left(a'' - \sin \vartheta'\right)\left(tg\,\gamma - \sin \vartheta'\right) = 0,$$

durch welche sich alle Bewegungen des Chronometerkastens bestimmen lassen.

Digitized by Google

Ferner sind uns für den vorliegenden Fall unmittelbar die Grössen:

$$b = o\,; \qquad b' = \cos\varphi'\,; \qquad b'' = \sin\varphi'$$

gegeben, aus denen sich vermittels der bekannten Gleichungen:

$$\begin{aligned} a^2 + a'^2 + a''^2 &= 1 \\ ab + a'b' + a''b'' &= 0 \\ a &= b'c'' - c'b'' \quad \text{u. s. w.} \end{aligned}$$

die übrigen 6 Grössen a, a', a''; c, c', c'' durch eine derselben, beispielsweise durch a oder durch a'' eindeutig ausdrücken lassen; wir erhalten so:

$$(4^a)\ \begin{cases} a = a\,; & a' = -\sin\varphi' \cdot \sqrt{1-a^2}\,; & a'' = \cos\varphi' \cdot \sqrt{1-a^2} \\ c = -\sqrt{1-a^2}\,; & c' = -a\sin\varphi'\,; & c'' = a\cos\varphi', \end{cases}$$

oder

$$(4^b)\ \begin{cases} a = \dfrac{\sqrt{\cos^2\varphi' - a''^2}}{\cos\varphi'}\,; & a' = -a''\,tg\,\varphi'\,; & a'' = a'' \\ c = -\dfrac{a''}{\cos\varphi'}\,; & c' = -\sqrt{\cos^2\varphi' - a''^2}\,.\,tg\,\varphi'\,; & c'' = \sqrt{\cos^2\varphi' - a''^2}\,. \end{cases}$$

Setzen wir dann die Werthe der Reihe (4^a) in die Gleichung (4) ein, so lässt sich auch die Grösse a aus der resultirenden quadratischen Gleichung bestimmen. Wir ersehen aber sofort, dass wir einen sehr komplizirten Ausdruck erhalten; gleichzeitig aber erkennen wir auch, dass der Werth:

$$(5) \qquad a = \cos\vartheta'$$

die Gleichung (4) nahezu erfüllt.

Machen wir diese Annahme, so nehmen unsere Formeln eine möglichst einfache Gestalt an. Wir gewinnen dann zunächst die nachstehenden 3 Gleichungen, welche die Lage des Punktes $P\,(x', y', z')$ rücksichtlich des Koordinaten-Systems der x, y, z zur Zeit t angeben, und welche mithin die von dem Punkte P durchlaufene Bahnkurve in der relativen Bewegung darstellen:

$$(6) \qquad \begin{cases} x = x'\cos\vartheta' - z'\sin\vartheta' \\ y = -x'\sin\vartheta'\sin\varphi' + y'\cos\varphi' - z'\cos\vartheta'\,.\,\sin\varphi' \\ z = x'\sin\vartheta'\,.\,\cos\varphi' + y'\sin\varphi' + z'\cos\vartheta'\,.\,\cos\varphi'. \end{cases}$$

Andererseits ist:

$$\begin{aligned} x &= r\cos\vartheta\,; & x' &= r\sin\theta\,.\,\cos\psi \\ y &= r\sin\vartheta\sin\varphi\,; & y' &= r\cos\theta \\ z &= r\sin\vartheta\cos\varphi\,; & z' &= r\sin\theta\,.\,\sin\psi. \end{aligned}$$

Durch Substitution dieser Werthe in die Gleichungen (6) gelangen wir zu den Formeln:

$$\begin{aligned} \cos\vartheta &= \sin\theta\,.\,\cos(\psi+\vartheta') \\ \sin\vartheta\,.\,\sin\varphi &= -\sin\theta\,.\,\sin(\psi+\vartheta')\,.\,\sin\varphi' + \cos\theta\,.\,\cos\varphi' \\ \sin\vartheta\,.\,\cos\varphi &= \sin\theta\,.\,\sin(\psi+\vartheta')\,.\,\cos\varphi' + \cos\theta\,.\,\sin\varphi'. \end{aligned}$$

Aus diesen lässt sich, wenn man die vorletzte mit $\cos\varphi'$ resp. mit $(-\sin\varphi')$ und die letzte mit $\sin\varphi'$ resp. mit $\cos\varphi'$ multiplizirt und die so entstandenen Gleichungen addirt, das System der 4 Gleichungen:

$$(7) \qquad \left\{ \begin{aligned} r &= \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} \\ \cos\vartheta &= \sin\theta\,.\,\cos(\psi+\vartheta') \\ \sin\vartheta\,.\,\sin(\varphi+\varphi') &= \cos\theta \\ \sin\vartheta\,.\,\cos(\varphi+\varphi') &= \sin\theta\,.\,\sin(\varphi+\vartheta') \end{aligned} \right\}$$

ableiten.

Digitized by Google

Es sind dies die Gleichungen der Raumkurve des Punktes P in seiner relativen Bahn, bezogen auf das Polarkoordinaten-System der r, ϑ, φ.

Durch Elimination der Zeit t können wir diesen Gleichungen eine andere Form geben, die sich für spezielle Lagen des Punktes P als eine sehr übersichtliche erweist, die sich aber ändert, sobald P in einen anderen Oktanten übergeht.

Der Punkt P liege im positiven Oktanten der x', y', z', also θ und ψ zwischen 0 und 90°. Zu einem positiven $\psi+\vartheta'$ gehört dann ein Werth $\varphi+\varphi'$ im ersten Quadranten, da sowohl $sin\,(\varphi+\varphi')$ als auch $cos\,(\varphi+\varphi')$ positiv sind; aus denselben Ueberlegungen ist einem negativen $\psi+\vartheta'$ ein im zweiten Quadranten liegender Werth von $(\varphi+\varphi')$ zuzuordnen.

Mithin haben wir:

$$(7^a)\ \ldots\ldots\ldots \begin{cases} \psi+\vartheta'>0: & \psi+\vartheta' = +arc\,cos\left(\frac{cos\,\vartheta}{sin\,\theta}\right);\quad \varphi+\varphi' = arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right) \\ \psi+\vartheta'<0: & \psi+\vartheta' = -ars\,cos\left(\frac{cos\,\vartheta}{sin\,\theta}\right);\quad \varphi+\varphi' = \pi-arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right). \end{cases}$$

Hieraus geht hervor, dass wir den drei letzten Gleichungen (7) auch die Form geben können;

$$(8)\ \ldots\ldots \begin{cases} \psi+\vartheta'>0: & \vartheta = arc\,cos\left(sin\,\theta\,.\,cos\,(\psi+\vartheta')\right);\quad \varphi = arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right)-\varphi' \\ \psi+\vartheta'<0: & \vartheta = arc\,cos\left(sin\,\theta\,.\,cos\,(\psi+\vartheta')\right);\quad \varphi = \pi-arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right)-\varphi'. \end{cases}$$

Da ferner die Formeln (2^b) die Relation:

$$\frac{\vartheta'^2}{h'^2}+\frac{\varphi'^2}{h^2} = 1$$

nach sich ziehen, so lässt sich aus den Gleichungen (7^a) unmittelbar die Zeit t eliminiren.

Die Kurve eines im positiven Oktanten der x', y', z' liegenden Punktes lässt sich also in den Polarkoordinaten der r, ϑ, φ auch durch das Gleichungen-System darstellen:

$$(9)\ \ldots\ldots\ldots\ldots \begin{cases} r = \sqrt{x'^2+y'^2+z'^2} \\ \frac{\left\{arc\,cos\left(\frac{cos\,\vartheta}{sin\,\theta}\right)-\psi\right\}^2}{h'^2}+\frac{\left\{arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right)-\varphi\right\}^2}{h^2} = 1 \\ \frac{\left\{arc\,cos\left(\frac{cos\,\vartheta}{sin\,\theta}\right)+\psi\right\}^2}{h'^2}+\frac{\left\{\pi-arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right)-\varphi\right\}^2}{h^2} = 1. \end{cases}$$

Aehnliche Gleichungen gelten auch, wenn der Punkt P in einem der 7 anderen Oktanten liegt. Wir brauchen aber nur den Verlauf der Kurve eines Punktes im positiven Oktanten zu diskutiren; denn es gilt der leicht zu erweisende Satz: „Liegen 2 Punkte symmetrisch in Bezug auf eine der drei Koordinaten-Ebenen der x', y', z', so liegen die von diesen Punkten durchlaufenen Bahnen symmetrisch in Bezug auf die entsprechende Ebene der x, y, z."

Wir wollen ferner die spezielle Voraussetzung

$$a'' = sin\,\vartheta'$$

machen, welche ebenso wie Annahme $a = cos\,\vartheta'$ die Position des beweglichen Punktes zu den Zeiten $t = 0, 2, 4, 6 \ldots$ genau angiebt, und welche wegen des grossen Betrages von $tg\,\gamma = 3.4$ der Gleichung (4) sogar noch besser als die erstere Annahme entspricht. Wir erhalten dann zunächst das Gleichungen-System:

Digitized by Google

$$x = \frac{\sqrt{\cos^2\vartheta' - \sin^2\varphi'}}{\cos\varphi'} \cdot x' - \frac{\sin\vartheta'}{\cos\varphi'} \cdot z'$$

$$y = -\sin\vartheta' \cdot tg\,\varphi' \cdot x' + \cos\varphi' \cdot y' - \sqrt{\cos^2\vartheta' - \sin^2\varphi'} \cdot tg\,\varphi' \cdot z'$$

$$z = \sin\vartheta' \cdot x' + \sin\varphi' \cdot y' + \sqrt{\cos^2\vartheta' - \sin^2\varphi'} \cdot z'$$

und aus diesen, wenn wir die Wurzelgrössen nach dem binomischen Lehrsatz entwickeln, das den Gleichungen (7) analoge System:

$$(10)\ \begin{cases} \cos\vartheta = \dfrac{\sin\theta \cdot \cos(\psi+\vartheta')}{\cos\varphi'} - \dfrac{1}{2}\dfrac{\sin\theta \cdot \cos\psi \cdot \sin^2\varphi'}{\cos\vartheta' \cdot \cos\varphi'} - \dfrac{1}{8}\dfrac{\sin\theta \cdot \cos\psi \cdot \sin^4\varphi'}{\cos^3\vartheta' \cdot \cos\varphi'} \\ \sin\vartheta \cdot \sin(\varphi+\varphi') = \cos\theta \\ \sin\vartheta \cdot \cos(\varphi+\varphi') = \dfrac{\sin\theta \cdot \sin(\psi+\vartheta')}{\cos\varphi'} - \dfrac{1}{2}\dfrac{\sin\theta \cdot \sin\psi \cdot \sin^2\varphi'}{\cos\vartheta' \cdot \cos\varphi'} - \dfrac{1}{8}\dfrac{\sin\theta \cdot \sin\psi \cdot \sin^4\varphi'}{\cos^3\vartheta' \cdot \cos\varphi'} \end{cases}$$

das eine Kurve darstellt, die sich an die durch das System (7) ausgedrückte Kurve so nahe anschliesst, dass von einer Zeichnung derselben in der Figurentafel im Interesse der Deutlichkeit Abstand genommen werden musste. Aus diesem Grunde ist den Untersuchungen auch die Annahme $a = \cos\vartheta'$, welche zu möglichst einfachen Formeln führt, zu Grunde gelegt.

Diskussion der Bewegungs-Gleichungen.

Zunächst zeigen uns die Gleichungen (7), dass bei Koinzidenz der Axen x', y', z' mit denen der x, y, z der Punkt, der in dem einen Polarkoordinaten-System die Koordinaten θ, $\psi+\vartheta'$ hat, mit dem Punkte, der in dem anderen Polarkoordinaten-System die Koordinaten ϑ, $\varphi+\varphi'$ besitzt, zusammenfallen wird. Daraus ergiebt sich ferner, dass man die Koordinaten des Punktes P zur Zeit t findet, wenn man den Prüfungskasten in die horizontale Lage bringt, vom Orte des Punktes P auf dem Breitenkreise senkrecht zur Axe der y' (Fig. 7) um die Länge ϑ' fortschreitet und von diesem Punkte auf dem Breitenkreise senkrecht zur Axe der x (Fig. 5) um die Länge φ' zurückgeht. Mit anderen Worten:

Die kombinirte Oszillation des Kastens erfolgt in derselben Weise, als ob zunächst eine Oszillation um die y-Axe von der Elongation $\vartheta' = h' \sin\frac{t}{4}\pi$ und sodann eine Drehung um die x-Axe von der Elongation $\varphi' = h \cos\frac{t}{4}\pi$ ausgeführt würde.

Dagegen ist die entgegengesetzte Reihenfolge nicht statthaft, was sogleich einleuchtet, da der Querschiffs-Axe die beschränkende Bedingung auferlegt ist, sich nur in der Vertikal-Ebene zu bewegen.

Um nun die Frage nach der Gestalt der Bahnkurven vollständig zu entscheiden, wollen wir die Koordinaten θ, ψ des Punktes P variiren; d. h. wir denken uns um O eine fest mit dem Chronometerkasten verbundene Kugel vom Radius r beschrieben, lassen auf dieser den Punkt P nach einander verschiedene Lagen einnehmen und diskutiren in jedem Falle die betreffende Bahnkurve. In Figur (7) sehen wir eine Reihe von verschiedenen mit a, b, c . . . bezeichneten Lagen des Punktes P im Chronometerkasten, und Fig. (5), welche der Deutlichkeit wegen grösser als Fig. 7 gezeichnet ist, zeigt uns in perspektivischer Ansicht die von diesen Punkten durchlaufenen Bahnen a, b, c . . ., welche, wie ich hier erwähnen möchte, aus den Werthen der Koordinaten, die der bewegliche Punkt in Zeitintervallen von $^1/_4$ Sekunden besitzt, konstruirt sind. In Figur (6) sind die Bahnen der Punkte a, b, c, d, e nochmals gezeichnet, und zwar in der Weise, dass die Vertikallinien den Breitenkreisen und die Horizontallinien den Meridianen der Fig. (5) entsprechen; ferner sind die horizontalen Dimensionen vergrössert worden, damit besser die charakteristischen Eigenschaften der betreffenden Kurven hervortreten.

Wir haben nun die beiden Fälle zu unterscheiden, ob $\psi+\vartheta'$ während der Bewegung vom Positiven zum Negativen übergeht, oder während der ganzen Zeit positiv bleibt, d. h. ob $\psi < h'$ oder $\geq h'$ ist; mit anderen Worten, ob der Punkt P unterhalb, oder ob er auf oder oberhalb des Meridians GH ($\psi = h'$) (Fig. 7) liegt.

Digitized by Google

Erster Fall: $\psi < h'$. Der Punkt P liege auf dem Meridiane Gh (Fig. 7). Es wird dann $\psi + \vartheta'$ zwischen der vierten und sechsten Sekunde zu einer Zeit, die wir mit $t = \tau$ bezeichnen wollen, vom Positiven zum Negativen übergehen und zwischen der sechsten und achten Sekunde zur Zeit $t = \tau' = 12 - \tau$ wieder ins Positive zurückkehren. Bezeichnen nun ϑ_t und φ_t die Werthe von ϑ und φ zur Zeit t, so ist:

$$\cos \vartheta_\tau = \sin \theta ; \qquad \cos \vartheta_{\tau'} = \sin \theta$$

$$\psi + h' \sin \frac{\tau}{4} \pi = 0 ; \qquad \varphi_\tau + h \cos \frac{\tau}{4} \pi = \frac{\pi}{2}$$

$$\psi + h' \sin \frac{\tau'}{4} \pi = 0 ; \qquad \varphi_{\tau'} + h \cos \frac{\tau'}{4} \pi = \frac{\pi}{2},$$

also:

$$\vartheta_\tau = \frac{\pi}{2} - \theta ; \quad \varphi_\tau = \frac{\pi}{2} + h \sqrt{1 - \frac{\psi^2}{h'^2}}$$

$$\vartheta_{\tau'} = \frac{\pi}{2} - \theta ; \quad \varphi_{\tau'} = \frac{\pi}{2} - h \sqrt{1 - \frac{\psi^2}{h'^2}}$$

Ferner folgt aus den Gleichungen (7) durch Differentiation nach t:

$$(11) \ldots\ldots \begin{cases} \dfrac{d\vartheta}{dt} = h' \dfrac{\pi}{4} \cdot \cos \dfrac{t}{4} \pi \cos (\varphi + \varphi') \\ \dfrac{d\varphi}{dt} = h \dfrac{\pi}{4} \sin \dfrac{t}{4} \pi - h' \dfrac{\pi}{4} \cos \dfrac{t}{4} \pi \,.\, tg\, \theta \,.\, \cos (\psi + \vartheta') \,.\, \sin^2 (\varphi + \varphi'), \end{cases}$$

woraus wir ersehen, dass ϑ von $t = 0$ bis $t = 2$ bis zum Maximalbetrage $\vartheta_2 = arc \cos [\sin \theta \,.\, \cos (\psi + h')]$ wächst, von $t = 2$ bis $t = \tau$ bis zum Minimalbetrage $\vartheta_\tau = \frac{\pi}{2} - \theta$ abnimmt, von $t = \tau$ bis $t = 6$ wieder bis zu $\vartheta_6 = arc \cos [\sin \theta \,.\, \cos (h' - \psi)]$ zunimmt und von $t = 6$ bis $t = \tau'$ wieder bis $\vartheta_{\tau'} = \frac{\pi}{2} - \theta$ abnimmt, um sodann bis $t = 8$ wieder bis zum ursprünglichen Werthe $\vartheta_8 = \vartheta_0 = arc \cos (\sin \theta \,.\, \cos \psi)$ anzuwachsen.

Auf ebenso einfache Weise lässt sich erkennen, dass der Differentialquotient $\frac{d\varphi}{dt}$ zur Zeit

$t = 0$	negativ	
$t = 2$	positiv	
$t = 4$	positiv	
$t = \tau$	$-\frac{h}{h'} \psi + \sqrt{h'^2 - \psi^2} \,.\, tg\, \theta$	
$t = 6$	negativ	
$t = \tau'$	$-\frac{h}{h'} \psi - \sqrt{h'^2 - \psi^2} \,.\, tg\, \theta$	d. h. negativ
$t = 8$	negativ	

ist, d. h. dass die Länge φ zwischen der nullten und zweiten Sekunde zu einer Zeit, die wir mit $t = \sigma$ bezeichnen wollen, vom Abnehmen zum Wachsen übergeht, sodann von der zweiten bis nach der vierten Sekunde bis zur Zeit $t = \sigma'$ zunimmt und darauf bis zur achten Sekunde wieder abnimmt.

Sei nun ein Werth T durch die Gleichung:

$$-\frac{h}{h'} \psi + \sqrt{h'^2 - \psi^2} \,.\, tg\, T = 0$$

gegeben, so haben wir betreffs der Frage, zu welcher Zeit $t = \sigma'$ zwischen der vierten und sechsten Sekunde die Länge φ ihr Maximum erreicht, noch die drei Unterfälle zu entscheiden, ob θ grösser, gleich oder kleiner als T ist.

Digitized by Google

1. Es sei $\theta > T$; der Punkt P liege in a (Fig. 7). Alsdann erreicht ϑ seinen Minimalbetrag $\frac{\pi}{2} - \theta$ zur Zeit $t = \tau$ und φ seinen Maximalbetrag etwas später zur Zeit $t = \sigma'$. Es sei nun (Fig. 5 u. 6) np resp. nq der Längenkreis, auf welchem der Punkt a zur Zeit $t = \sigma$ seine kleinste resp. zur Zeit $t = \sigma'$ seine grösste Länge erreicht, und es seien ferner gh, ik und lm die Breitenkreise in den Polabständen:

$$\vartheta = arc\ cos\ [sin\,\theta\,.\,cos\,(\psi+h')]; \quad \vartheta = \frac{\pi}{2} - \theta \text{ und } \vartheta = arc\ cos\ [sin\,\theta\,.\,cos\,(h'-\psi)],$$

auf welchen der Punkt sich zu den Zeiten $t = 2$, $t = \tau\,(\tau')$, $t = 6$ befindet. Verstehen wir in den Figuren 5 und 6 allgemein unter dem Punkte t den Ort des Punktes P zur Zeit t, so können wir also von der Bahnkurve des Punktes a, die von den Meridianen np und nq und den Breitenkreisen gh und ik eingeschlossen wird, das Folgende aussagen: Der Punkt a geht zunächst aufwärts bis zum Punkte σ der Linie pn und erreicht dann, abwärtsgehend, im Punkte 2 der Linie gh seinen grössten Polabstand. Sodann nähert er sich, weiter abwärtsgehend, dem Meridiane ik, den er im Punkte τ erreicht und setzt seine abwärtsgehende Bewegung, indem er sich wieder von der Linie ik entfernt, noch bis zum Punkte σ' fort, der auf dem Meridiane qn zwischen den Breitenkreisen ik und lm liegt. Von jetzt an geht er bis zur Vollendung seiner Bahn aufwärts, und zwar entfernt er sich zunächst noch wieder von der Linie ik, bis er im Punkte 6 auf dem Breitenkreise lm zum zweiten Male seine relativ grösste Poldistanz erreicht. Sodann wendet er sich wieder der Linie ik zu, die er im Punkte τ' erreicht und entfernt sich darauf von dieser Linie wieder, bis er nach acht Sekunden im Punkte o seine ursprüngliche Lage wieder eingenommen hat. Aus dem Verlaufe der Kurve a erkennen wir, dass sich die Strecken $2\,\tau$ und $\sigma'\,\tau'$ nothwendig zwischen den Breitenkreisen ik und lm durchschneiden müssen. Das Resultat unserer Diskussion lässt sich also folgendermaassen aussprechen:

Der Punkt a durchläuft auf der Kugel vom Radius r eine zwischen den Meridianen np und nq eingeschlossene, sich durchschneidende Bandschleife a $(0\,\sigma\,2\,\tau\,\sigma'\,6\,\tau'\,0)$, deren oberer, grösserer Theil von den Breitenkreisen ik und gh und deren unterer, kleinerer Theil von den Breitenkreisen ik und lm begrenzt wird.

Es mag hierbei die kurze Bemerkung gemacht werden, dass von den Gleichungen (9) die zweite den Theil $\tau'\,0\,\sigma\,2\,\tau$ und die dritte den übrig bleibenden Theil $\tau\,\sigma'\,6\,\tau'$ der Bandschleife liefert.

2. Es sei $\theta = T$; der Punkt P liege in b (Fig. 7). In diesem Falle erreicht ϑ zur Zeit $t = \tau$ den Minimalwerth $\frac{\pi}{2} - \theta$ und gleichzeitig φ seinen Maximalwerth $\frac{\pi}{2} + h\sqrt{1 - \frac{\psi^2}{h'^2}}$. Wir erhalten dann die bei 6 etwas eingedrückte Kurve b (Fig. 5 und 6), die in dem Punkte τ (σ') auf dem Durchschnitt der Linien $i_1 k_1$ und q_1^n in eine Spitze ausläuft und in den Punkten 2, 6 und τ' die den vorigen entsprechenden Breitenkreise $g_1 h_1$; $l_1 m_1$; $i_1 k_1$ berührt.

3. Es sei $\theta < T$; der Punkt P liege in c (Fig. 7). Es erreicht dann zunächst φ zur Zeit $t = \sigma'$ seinen grössten, und etwas später zur Zeit $t = \tau$ ϑ seinen kleinsten Werth $\frac{\pi}{2} - \theta$; der Punkt c durchläuft also die bei 6 ein wenig eingedrückte Kurve c (Fig. 5 und 6), die von den analogen Längen- und Breitenkreisen eingeschlossen wird.

In allen drei Fällen liegen die Punkte τ einerseits und die Punkte τ' andererseits auf denselben Meridianen:

$$\varphi = \frac{\pi}{2} + h\sqrt{1 - \frac{\psi^2}{h'^2}} \quad \text{und} \quad \varphi = \frac{\pi}{2} - h\sqrt{1 - \frac{\psi^2}{h'^2}},$$

also symmetrisch in Bezug auf den Meridian $\varphi = \frac{\pi}{2}$, d. h. symmetrisch in Bezug auf die xy-Ebene.

Ferner erkennen wir auch, dass die Breitenkreise gh, ik, lm, die sich überdies schon sehr nahe liegen, noch um so näher an einander heranrücken, je mehr θ abnimmt, d. h. je näher der Punkt P auf dem Meridiane Gh (Fig. 7) dem Pole G kommt.

Digitized by Google

Lassen wir dagegen den Punkt P auf dem durch a gelegten Breisenkreise Kd (Fig. 7), von a ausgehend, dem Punkte d der $x'y'$-Ebene sich nähern, so werden sich die Breitenkreise lm und gh einander nähern, während τ und τ' immer mehr den Zahlen 4 und 8 zustreben. Ist P endlich in d angekommen, so sind beide Breitenkreise im Breitenkreise $g_3 h_3$ von der Poldistanz $\vartheta = arc\ cos\ (sin\ \theta\ .\ cos\ h')$ zusammengefallen, während gleichzeitig $\tau = 4$, $\tau' = 8$ geworden ist; d. h. die ϑ nehmen nun von $t = 0$ bis $t = 2$ und von $t = 4$ bis $t = 6$ zu, dagegen von $t = 2$ bis $t = 4$ und von $t = 6$ bis $t = 8$ ab. Ferner nehmen die φ von $t = 0$ bis $t = \sigma$ $(2 > \sigma > 0)$ ab, sodann bis $t = \sigma'$ $(6 > \sigma' > 4)$ wieder zu und schliesslich wieder ab. Der Punkt d bewegt sich dann auf der Bandschleife d (Fig. 5 und 6), die in den Punkten 2 und 6 den Breitenkreis $g_3 h_3$ und in den Punkten 0 und 4 den Breitenkreis ik berührt.

Aus den Gleichungen (8) folgt ferner:

$$(12)\ldots \begin{cases} 0 \leqq t \leqq 4: & \vartheta = arc\ cos\left(sin\,\theta \cdot cos\left(h'\,sin\frac{t}{4}\pi\right)\right); \quad \varphi = arc\ sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right) - h\ cos\frac{t}{4}\pi \\ 4 \leqq t \leqq 8: & \vartheta = arc\ cos\left(sin\,\theta \cdot cos\left(h'\,sin\frac{t}{4}\pi\right)\right); \quad \varphi = \pi - arc\ sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right) - h\ cos\frac{t}{4}\pi, \end{cases}$$

woraus wir ersehen, dass Zeiten t, die sich zu 8 Sekunden ergänzen, dieselben ϑ und Werthe φ ergeben, deren Summe gleich π ist. Mit anderen Worten:

Die Bandschleife d liegt symmetrisch zu beiden Seiten des Meridians $\varphi = \frac{\pi}{2}$; d.h. symmetrisch in Bezug auf die xy-Ebene; die beiden Theile derselben sind gleich gross und durchschneiden sich in der xy-Ebene.

Lassen wir den Punkt P sich auf dem Anfangsmeridian Gg, von d ausgehend, dem Pole G nähern, so rücken die Breitenkreise ik und $g_3 h_3$ immer näher aneinander und fallen im Punkte G mit der yz-Ebene zusammen, d. h.:

Ein Punkt der y'-Axe wird in der vertikalen yz-Ebene mit der Amplitude h oszilliren.

Liegt der Punkt P speziell im Punkte g der x'-Axe, ist also $\theta = \frac{\pi}{2}$, $\psi = 0$, so liefern die Gleichungen 12 unmittelbar:

$$0 \leqq t \leqq 4: \quad \vartheta = h'\,sin\frac{t}{4}\pi; \quad \varphi = -h\ cos\frac{t}{4}\pi$$

$$4 \leqq t \leqq 8: \quad \vartheta = -h'\,sin\frac{t}{4}\pi; \quad \varphi = \pi - h\ cos\frac{t}{4}\pi.$$

Wir erhalten in diesem Falle die in Bezug auf die xy- und xz-Ebene symmetrische Kurve g (Fig. 5), die in den Punkten 2 und 6 der xz-Ebene ihren grössten Polabstand $\vartheta = h'$ erreicht.

Wenn der Punkt P im Punkte h (Fig. 7) der $x'z'$-Ebene liegt, ist also $\theta = \frac{\pi}{2}$; $\psi < h'$, so lassen die Gleichungen:

$$\psi + \vartheta' > 0: \quad \vartheta = \psi + \vartheta'; \quad \varphi = -\varphi'$$

$$\psi + \vartheta' < 0: \quad \vartheta = -(\psi + \vartheta'); \quad \varphi = \pi - \varphi'$$

erkennen, dass wir die sich auf der x-Axe durchschneidende Bandschleife h (Fig. 5) erhalten, die in Bezug auf die xz-Ebene symmetrisch liegt. In den Punkten 0 und 4 berührt dieselbe die Meridiane $\varphi = -h$ und $\varphi = +h$ und erreicht in dem Punkte 2 resp. 6 der xz-Ebene den Polabstand $\vartheta = h' + \psi$ resp. $\vartheta = h' - \psi$.

Die Gleichungen (9) nehmen in diesen beiden letzteren Fällen die übersichtliche Form an:

$$\frac{\vartheta^2}{h'^2} + \frac{\varphi^2}{h^2} = 1 \quad \text{resp.} \quad \frac{(\vartheta - \psi)^2}{h'^2} + \frac{\varphi^2}{h^2} = 1$$

$$\frac{\vartheta^2}{h'^2} + \frac{(\pi - \varphi)^2}{h^2} = 1 \quad \text{resp.} \quad \frac{(\vartheta + \psi)^2}{h'^2} + \frac{(\pi - \varphi)^2}{h^2} = 1,$$

Digitized by Google

von denen die oberen Gleichungen den oberen und die unteren Gleichungen den unteren Theil der beiden Kurven g und h darstellen.

Zweiter Fall: $\psi \geqq h'$. Geht der Punkt P (Fig. 7) vom Punkte d aus auf dem Breitenkreise dK empor bis zum Punkte a, so erhalten wir zunächst die in Bezug auf die xy-Ebene symmetrische Bandschleife d und sodann die verzerrte Bandschleife a. Sei nun:

$$\chi = -\frac{h}{h'}\psi + \sqrt{h'^2 - \psi^2}\,.\,tg\,\theta,$$

so ist:

$$\frac{\vartheta\chi}{\vartheta\psi} = -\frac{h}{h'} - \frac{\psi}{\sqrt{h'^2 - \psi^2}}\,.\,tg\,\theta,$$

d. h. einem wachsenden ψ entspricht ein abnehmendes χ. Für einen bestimmten Werth $\psi = \psi'$ wird also $\chi = 0$ werden. Lassen wir also den Punkt P auf dem Breitenkreise dK seine Wanderung über a hinaus fortsetzen, so werden wir zunächst noch eine Bandschleife, sodann für einen bestimmten Punkt eine Kurve wie b und jenseits dieses Punktes eine Kurve wie c erhalten. Alle diese Kurven berühren denselben Breitenkreis ik, von welchem sich der entferntere gh analoge Breitenkreis um so weiter entfernt, je höher der Punkt P auf dem Breitenkreise dK emporsteigt; gleichzeitig aber nähert sich der lm analoge Breitenkreis immer mehr dem Breitenkreise ik, da τ und τ' dem gemeinsamen Werth $t = 6$ zustreben.

Kommt der Punkt P endlich im Punkte e des Meridians GH an, wird also $\psi = h'$, so wird $\tau = \tau' = 6$; jene Breitenkreise ik und lm fallen also zusammen, d. h. die ϑ nehmen von $t = 0$ bis $t = 2$ und von $t = 6$ bis $t = 8$ zu und nehmen ab in der Zeit von $t = 2$ bis $t = 6$, während das anfänglich abnehmende φ in σ vor der zweiten Sekunde ins Wachsen übergeht, bis nach der vierten Sekunde bis σ' wächst und sodann bis $t = 8$ wieder abnimmt. Es verschwindet also der vorher erwähnte Eindruck der Kurven b und c im Punkte 6 und wir erhalten die Kurve e, welche in 2 den Breitenkreis $g_4 h_4$ im Polabstand $\vartheta = arc\,cos\,(sin\,\theta\,.\,cos\,2\,h')$ und bei 6 den Breitenkreis ik berührt.

Rückt der Punkt P noch weiter auf dem Kreise dK empor nach f, so durchläuft er die Kurve f, welche in 2 und 6 die Breitenkreise $g_5 h_5$ und $i_5 k_5$ in den Polabständen: $\vartheta = arc\,cos\,[sin\,\theta\,.\,cos\,(\psi + h')]$ und $\vartheta = arc\,cos\,[sin\,\theta\,cos\,(\psi - h')]$ berührt, d. h.:

Liegt der Punkt P auf oder oberhalb des Meridianes GH, so erhalten wir eine Kurve, welche die Gestalt einer verzerrten Ellipse hat, deren unterer Theil umsomehr an Breite zunimmt, je höher P in dem Kreise dK emporsteigt.

Was das Gleichungen-System (9) anbelangt, so leuchtet sofort ein, dass im Falle $\psi > h'$ die letztere der drei Gleichungen, welche dann keinen positiven Werth des *arc cos* mehr liefert, in Wegfall kommt.

Ein Punkt i, der in der $x'z'$-Ebene oberhalb des Meridians GH liegt, durchläuft die durch die Gleichungen:

$$\vartheta = \psi + h'\,sin\,\frac{t}{4}\,\pi; \quad \varphi = -h\,cos\,\frac{t}{4}\,\pi; \quad \text{d. h.} \quad \frac{(\vartheta - \psi)^2}{h'^2} + \frac{\varphi^2}{h^2} = 1$$

dargestellte, in Bezug auf die xz-Ebene symmetrische Kurve i, die in der Poldistanz $\vartheta = \psi$ in den Punkten 0 und 4 die Meridiane $\varphi = -h$ und $\varphi = +h$ und auf dem Anfangsmeridiane NA in den Punkten 2 und 6 die Breitenkreise von der Poldistanz $\vartheta = \psi + h'$ und $\vartheta = \psi - h'$ berührt. Ebenso werden alle solche Punkte i analoge Bahnen durchlaufen, welche von denselben Meridianen $\varphi = -h$ und $\varphi = +h$ eingeschlossen werden und deren begrenzende Breitenkreise immer denselben Abstand $2\,h'$ von einander haben.

Ein Punkt k der $y'z'$-Ebene durchläuft die symmetrisch zur yz-Ebene liegende Kurve k, welche in den Punkten 0 und 4 unter den Meridianen $\varphi = \frac{\pi}{2} - \theta - h$ und $\varphi = \frac{\pi}{2} - \theta + h$ den Aequator, d. h. die yz-Ebene durchschneidet, und in den symmetrisch liegenden Punkten 2 und 6 ihre grösste resp. kleinste Poldistanz erreicht. Die Kurve k wird um so breiter sein, je höher k liegt.

Digitized by Google

Endlich der Punkt l der z'-Axe bewegt sich auf der durch die Gleichungen:

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} + h' \sin\frac{t}{4}\pi; \quad \varphi = -h\cos\frac{t}{4}\pi; \quad \text{d. h.} \quad \frac{\left(\vartheta - \frac{\pi}{2}\right)^2}{h'^2} + \frac{\varphi^2}{h^2} = 1$$

dargestellten Kurve l, welche symmetrisch in Bezug auf die xz- und yz-Ebene liegt. In den Punkten 0 und 4 durchschneidet sie die yz-Ebene unter den Meridianen $\varphi = -h$ und $\varphi = +h$ und in den Punkten 2 und 6 die xz-Ebene in den Polabständen:

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} + h' \quad \text{und} \quad \vartheta = \frac{\pi}{2} - h'.$$

Fassen wir unsere Resultate noch einmal kurz zusammen:

Sei (Fig. 7) GbH die durch die Gleichung

$$tg\,\theta = \frac{h\psi}{h'\sqrt{h'^2 - \psi^2}}$$

dargestellte Kurve, so durchlaufen alle Punkte P des positiven Oktanten der x', y', z', welche zwischen dieser Linie und dem Anfangsmeridian Gg liegen, Bandschleifen; Punkte auf dieser Linie durchlaufen jene Kurven b und Punkte, welche zwischen dieser Linie und dem Meridiane GH ($\psi = h'$) liegen, durchlaufen jene Kurven c. Punkte auf oder oberhalb der Linie GH bewegen sich auf e und f analogen Kurven. Liegt der Punkt P in einer der Koordinaten-Ebenen der x', y', z', so liegt dessen Bahn symmetrisch in Bezug auf die entsprechende Ebene der x, y, z; speziell ein Punkt g der x'-Axe durchläuft die in Bezug auf die xz- und xy-Ebene symmetrische Bandschleife g; ein Punkt l der z'-Axe durchläuft die in Bezug auf die xz- und yz-Ebene symmetrische Bahnkurve l und endlich ein Punkt der y'-Axe oszillirt in der yz-Ebene.

Im speziellen Falle einer nur rollenden Bewegung von der Amplitude h liefern die Gleichungen (8) die konstante Poldistanz

$$\vartheta = arc\cos(\sin\theta \,.\, \cos\psi) \text{ und die Länge } \varphi = arc\sin\left(\frac{\cos\theta}{\sin\vartheta}\right) - h\cos\frac{t}{4}\pi,$$

d. h. der Punkt P oszillirt mit der Amplitude h und dem Radius

$$r = \sqrt{y'^2 + z'^2}$$

um die x-Axe als Drehungs-Axe in ebenen Kreisbögen.

Findet dagegen nur eine stampfende Bewegung von der Amplitude h' statt, so ist $\varphi' = 0$, mithin $\sin\vartheta \,.\, \sin\varphi = \cos\theta$; andererseits ist:

$$y = r\sin\vartheta\sin\varphi \quad \text{mithin} \quad y = r\cos\theta.$$

Es bleibt also während der ganzen Zeit der Bewegung die Ordinate y konstant; d. h. der fragliche Punkt P oszillirt in diesem Falle mit der Amplitude h' und dem Radius

$$r = \sqrt{x'^2 + z'^2}$$

in ebenen Kreisbögen um die y-Axe als Drehungs-Axe. Diese aus der Annahme $a = \cos\vartheta'$ abgeleiteten Resultate ergeben sich mit der grössten Leichtigkeit auch durch direkte Betrachtungen.

Was nun die absolute Bewegung des Punktes P in Bezug auf das feste Koordinaten-System der u, v, w anbelangt, so erhalten wir eine schlangenförmige Kurve, welche sich erst nach 40 Sek. schliesst, da die Zahl 40 das kleinste gemeinschaftliche Vielfache aus den Zahlen 20 und 8 ist, welche, in Sekunden ausgedrückt, die Rotationsdauer des Combe'schen Apparates und die Oszillationsdauer der Schaukelvorrichtung angeben. Ferner ist unmittelbar klar, dass die um Vielfache von 8 Sekunden entfernten Punkte der Bahn gleiche Höhe und dieselbe Entfernung vom Mittelpunkt M des Combe'schen Apparates haben.

Digitized by Google

In Figur 8 stellt die ausgezogene Linie g, welche bei 0 beginnt und bei 40 endet, beispielsweise die Bahn des in der x'-Axe liegenden Punktes g, die gestrichelte Linie a die Horizontal-Projektion dieser Bahn auf die durch M gehende Horizontal-Ebene, also auf die uv-Ebene, und die punktirte Linie b die kreisförmige Bahn des Punktes g' dar, in welchem der Punkt g die x-Axe durchschneidet. Die senkrechten Linien dieser Zeichnung sollen andeuten, dass der fragliche Punkt der Bahn g höher oder tiefer liegt als der entsprechende Punkt seiner Horizontal-Projektion. Wir sehen also, dass sich die Bahn g, theils oberhalb, theils unterhalb der uv-Ebene, schlangenförmig um einen vertikalen Zylindermantel herumwindet, welcher die Linie b zur Horizontal-Projektion hat und dass sie diesen Mantel in den in der uv-Ebene liegenden Punkten 0, 4, 8 . . . durchschneidet.

Anwendung der Formeln auf die Chronometer der Konkurrenz-Prüfung.

Unsere Untersuchungen bezogen sich auf einen mit dem Chronometer-Prüfungskasten fest verbundenen Punkt P mit den rechtwinkligen Koordinaten x', y', z' und den Polar-Koordinaten r, θ, ψ. Ein solcher fester Punkt ist der Durchschnittspunkt der beiden Axen der Cardanischen Aufhänge-Vorrichtung eines Chronometers. Mithin durchläuft ein solcher Punkt Bahnen wie die eben besprochenen. Da nun die Chronometer so in den Kasten gestellt wurden, dass die feste Axe der Aufhänge-Vorrichtung der Querschiffslinie parallel steht und da diese letztere sich nur in der yz-Ebene bewegen kann, so steht die im Ringe befestigte Axe der Aufhänge-Vorrichtung immer auf dieser Vertikal-Ebene senkrecht. Sie ist also stets der x-Axe parallel, und daher kommt es, dass die Bahn jedes Punktes eines Chronometers der Bahn des Mittelpunktes seiner Cardanischen Aufhänge-Vorrichtung parallel und kongruent ist.

Zur Zeit der Konkurrenz-Prüfung enthielt der Chronometer-Prüfungs-Kasten DE (Fig. 4), dessen Längsschiffs-Axe $ab = 116$ cm und dessen Querschiffs-Axe $cd = 94$ cm beträgt, die mit 1, 2, 3, 5, A, C bezeichneten Chronometer, und die Mittelpunkte der Cardanischen Aufhänge-Vorrichtung besassen die Koordinaten:

$x'_1 = 33.7$ cm	$x'_2 = 26.7$	$x'_3 = 33.7$	$x'_5 = -8.2$	$x'_A = -42.3$	$x'_C = -42.3$
$y'_1 = 25.0$	$y'_2 = 0$	$y'_3 = -25.0$	$y'_5 = 0$	$y'_A = -20.0$	$y'_C = 20.0$
$z'_1 = 10.0$	$z'_2 = 10.0$	$z'_3 = 10.0$	$z'_5 = 10.0$	$z'_A = 10.0$	$z'_C = 10.0$ cm.

Aus diesen ergeben sich die Polar-Koordinaten:

$r_1 = 43.1$	$r_2 = 28.5$	$r_3 = 43.1$	$r_5 = 12.9$	$r_A = 478.$	$r_C = 47.8$
$\theta_1 = 54°5$	$\theta_2 = 90°$	$\theta_3 = 125°5$	$\theta_5 = 90°$	$\theta_A = 114°7$	$\theta_C = 65°3$
$\psi_1 = 16°5$	$\psi_2 = 20°5$	$\psi_3 = 16°5$	$\psi_5 = 129°5$	$\psi_A = 166°7$	$\psi_C = 166°7.$

Ferner haben wir im vorliegenden Falle:

$$h = 19° \text{ und } h' = 13°$$

Da hier die Werthe von ψ der Bedingung $\psi > h'$ resp. $\psi < 180 - h'$ genügen, so lässt sich leicht zeigen, dass die Bahnen dieser Chronometer die bereits besprochene, verzerrte elliptische Gestalt haben und durch die Gleichung:

$$\frac{\left\{ arc\ cos\left(\frac{cos\ \vartheta}{sin\ \theta}\right) - \psi \right\}^2}{13^2} + \frac{\left\{ arc\ sin\left(\frac{cos\ \theta}{sin\ \vartheta}\right) - \varphi \right\}^2}{19^2} = 1$$

ausgedrückt werden.

Digitized by Google

Ferner lässt sich ebenso leicht der Nachweis liefern, dass wir im vorliegenden Falle den allgemeinen Bewegungs-Gleichungen auch die Form geben können:

$$\vartheta = arc\,cos\left(sin\,\theta\,.\,cos\left(\psi + h'\,sin\,\frac{t}{4}\pi\right)\right)$$

$$\varphi = arc\,sin\left(\frac{cos\,\theta}{sin\,\vartheta}\right) - h\,cos\,\frac{t}{4}\pi.$$

Für die Chronometer 2 und 5, die in der $x'z'$-Ebene liegen und mithin in Bezug auf die xz-Ebene symmetrische, der Kurve i in Fig. 5 ähnliche Bahnen durchlaufen, nehmen diese Gleichungen die einfache Gestalt an:

$$\frac{(\vartheta-\psi)^2}{13^2} + \frac{\varphi^2}{19^2} = 1 \quad \text{resp.} \quad \vartheta = \psi + 13\,sin\,\frac{t}{4}\pi\,; \qquad \varphi = -19^\circ\,.\,cos\,\frac{t}{4}\pi.$$

Die Chronometer 1 und 3 liegen symmetrisch in Bezug auf die $x'z'$-Ebene; mithin werden deren Bahnen, die ähnlich wie e in Fig. 5 aussehen, symmetrisch liegen in Bezug auf die xz-Ebene und zwar wird das Chronometer 3 zur Zeit $t' = 12-t$ symmetrisch zu der Stellung liegen, die das Chronometer 1 zur Zeit t einnimmt. Genau dasselbe gilt auch von den Chronometern A und C.

Nach diesen allgemeineren Auseinandersetzungen dürfte es nun von Interesse sein, die numerischen Werthe der Polar-Koordinaten kennen zu lernen, welche die Mittelpunkte der Aufhänge-Vorrichtungen dieser Chronometer zu den Zeiten $t = 0, 1, 2 \ldots 8$ besitzen.

Es ergiebt sich:

für das Chronometer 1 resp. 3:

$r_1 = 43.1$ cm	$\vartheta_0 = 38°6$	$\varphi_0 = 49°2$	resp.	$= -87°2$
	$\vartheta_1 = 42.7$	$\varphi_1 = 45.1$	„	-72.0
	$\vartheta_2 = 44.8$	$\varphi_2 = 55.3$	„	-55.3
	$\vartheta_3 = 42.7$	$\varphi_3 = 72.0$	„	-45.1
	$\vartheta_4 = 38.6$	$\varphi_4 = 87.2$	„	-49.2
	$\vartheta_5 = 36.0$	$\varphi_5 = 93.2$	„	-66.4
	$\vartheta_6 = 35.6$	$\varphi_6 = 85.1$	„	-85.1
	$\vartheta_7 = 36.0$	$\varphi_7 = 66.4$	„	-93.2
	$\vartheta_8 = 38.6$	$\varphi_8 = 49.2$	„	-87.2

für das Chronometer 2:

$r_2 = 28.5$ cm	$\vartheta_0 = 20°5$	$\varphi_0 = -19°$
	$\vartheta_1 = 29.7$	$\varphi_1 = -13.4$
	$\vartheta_2 = 33.5$	$\varphi_2 = 0$
	$\vartheta_3 = 29.7$	$\varphi_3 = +13.4$
	$\vartheta_4 = 20.5$	$\varphi_4 = +19$
	$\vartheta_5 = 11.4$	$\varphi_5 = +13.4$
	$\vartheta_6 = 7.5$	$\varphi_6 = 0$
	$\vartheta_7 = 11.4$	$\varphi_7 = -13.4$
	$\vartheta_8 = 20.5$	$\varphi_8 = -19$

für das Chronometer A resp. C:

$r = 47.8$ cm	$\vartheta_0 = 152°1$	$\varphi_0 = -82°5$	resp.	$= +44°5$
	$\vartheta_1 = 155.0$	$\varphi_1 = -94.6$	„	$+67.8$
	$\vartheta_2 = 155.3$	$\varphi_2 = -90.0$	„	$+90.0$
	$\vartheta_3 = 155.0$	$\varphi_3 = -67.8$	„	$+94.6$
	$\vartheta_4 = 152.1$	$\varphi_4 = -44.5$	„	$+82.5$
	$\vartheta_5 = 147.1$	$\varphi_5 = -36.9$	„	$+63.7$
	$\vartheta_6 = 144.5$	$\varphi_6 = -46.2$	„	$+46.2$
	$\vartheta_7 = 147.1$	$\varphi_7 = -63.7$	„	$+36.9$
	$\vartheta_8 = 152.1$	$\varphi_8 = -82.5$	„	$+44.5$

für das Chronometer 5:

$r_5 = 12.9$ cm	$\vartheta_0 = 129°5$	$\varphi_0 = -19°$
	$\vartheta_1 = 138.7$	$\varphi_1 = -13.4$
	$\vartheta_2 = 142.5$	$\varphi_2 = 0$
	$\vartheta_3 = 138.7$	$\varphi_3 = +13.4$
	$\vartheta_4 = 129.5$	$\varphi_4 = +19$
	$\vartheta_5 = 120.4$	$\varphi_5 = +13.4$
	$\vartheta_6 = 116.5$	$\varphi_6 = 0$
	$\vartheta_7 = 120.4$	$\varphi_7 = -13.4$
	$\vartheta_8 = 129.5$	$\varphi_8 = -19$

Digitized by Google

Dagegen erhalten wir bei nur

stampfender Bewegung:

für 1 resp. 3:	$\vartheta_0 = 38°6$	$\varphi_0 = +$	resp.	$-68°2$
	$\vartheta_2 = 44.8$	$\varphi_2 = +$	„	-55.3
	$\vartheta_4 = 38.6$	$\varphi_4 = +$	„	-68.1
	$\vartheta_6 = 35.6$	$\varphi_6 = +$	„	-85.1
für 2:	$\vartheta_0 = 20.5$	φ_0		
	$\vartheta_2 = 33.4$	φ_2		
	$\vartheta_4 = 20.5$	φ_4	$= 0$	
	$\vartheta_6 = 7.5$	φ_6		
für 5:	$\vartheta_0 = 129.5$	φ_0		
	$\vartheta_2 = 142.5$	φ_2		
	$\vartheta_4 = 129.5$	φ_4	$= 0$	
	$\vartheta_6 = 116.5$	φ_6		
für A resp. C:	$\vartheta_0 = 152.1$	$\varphi_0 = -$	resp.	$+63°5$
	$\vartheta_2 = 155.3$	$\varphi_2 = -$	„	$+90.0$
	$\vartheta_4 = 152.1$	$\varphi_4 = -$	„	$+63.5$
	$\vartheta_6 = 144.5$	$\varphi_6 = -$	„	$+46.2$

rollender Bewegung:

für 1 resp. 3:	ϑ_0	$\varphi_0 = 49°2$	resp.	$-87°2$
	ϑ_2	$\varphi_2 = 68.2$	„	-68.2
	$\vartheta_4 = 38°6$	$\varphi_4 = 87.2$	„	-49.2
	ϑ_6	$\varphi_6 = 68.2$	„	-68.2
für 2:	ϑ_0	$\varphi_0 = -19°$		
	ϑ_2	$\varphi_2 = 0$		
	$\vartheta_4 = 20°5$	$\varphi_4 = +19$		
	ϑ_6	$\varphi_6 = 0$		
für 5:	ϑ_0	$\varphi_0 = -19$		
	ϑ_2	$\varphi_2 = 0$		
	$\vartheta_4 = 129°5$	$\varphi_4 = +19$		
	ϑ_6	$\varphi_6 = 0$		
für A resp. C:	ϑ_0	$\varphi_0 = -82.5$	resp.	$+44°5$
	ϑ_2	$\varphi_2 = -63.5$	„	$+63.5$
	$\vartheta_4 = 152°1$	$\varphi_4 = -44.5$	„	$+82.5$
	ϑ_6	$\varphi_6 = -63.5$	„	$+63.5$

Aus diesen Zahlenwerthen folgt unmittelbar das auch direkt aus den allgemeinen Bewegungs-Gleichungen abzuleitende Resultat (Fig. 5 f), dass der fragliche Punkt P im Falle der stampfenden Bewegung zwischen den Punkten 2 und 6 der vollen Bewegung, und im Falle der rollenden Bewegung zwischen den Punkten 0 und 4 der vollen Bewegung in ebenen Kreisbögen oszillirt. Beide Bahnen, die wir mit I und II bezeichnen wollen, schneiden sich in einem Punkte s, den der Punkt P bei stampfender resp. rollender Bewegung zu den Zeiten $t = 0$ und $t = 4$ resp. $t = 2$ und $t = 6$ passirt. Werden nun beide Bewegungen kombinirt, so entsteht die verzerrte elliptische Kurve, die wir schon früher ausführlich besprochen haben, und zwar sahen wir schon damals, dass sich die kombinirte Bewegung durch zwei auf einander folgende einfache Bewegungen ersetzen liess. Wir wollen diese Schlussweise an der Hand unserer spezielleren Bewegungs-Gleichungen nochmals wiederholen. Denken wir uns den Chronometerkasten DE ursprünglich in horizontaler Lage und ertheilen demselben zunächst eine stampfende Bewegung von der Elongation $\vartheta' = h' \sin \frac{t}{4}\pi$, so gelangt der Punkt $P\,(r,\ \theta,\ \psi)$ in eine Lage, welche die Polar-Koordinaten

$$\vartheta = \arccos\left(\sin\theta \,.\, \cos\left(\psi + h' \sin\frac{t}{4}\pi\right)\right)$$

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\cos\theta}{\sin\vartheta}\right)$$

besitzt; wenn wir DE sodann eine rollende Bewegung von der Elongation $\varphi' = h \cos\frac{t}{4}\pi$ ausführen lassen, so wird sich, weil P auf demselben Breitenkreise bleibt, die Poldistanz ϑ nicht ändern, während die Länge φ um den Betrag $-h \cos\frac{t}{4}\pi$ abnimmt, so dass wir schliesslich zu denselben Werthen der Polar-Koordinaten, wie bei der kombinirten vollen Bewegung gelangen.

Digitized by Google

Mit anderen Worten: Ein Punkt t (Fig. 5f) der vollen Bahn f ist von einem Punkte t der bei stampfender Bewegung ausgeführten Bahn I immer um die Länge $-h \cos \frac{t}{4} \pi$ entfernt; und im vorliegenden Falle, wo die Bahn I die xy-Ebene nicht durchschneidet, wo also die ϑ während 4 Sekunden abnehmen und während desselben Zeitraumes wieder um denselben Betrag zunehmen, liegt die Bahn f in der Weise symmetrisch zu beiden Seiten der Bahn I, dass die 4 Punkte t, $4-t$, $4+t$, $8-t$ der Bahn f von den beiden entsprechenden Punkten der Bahn I, absolut genommen, gleich grossen Längenabstand haben.

Während der Konkurrenz-Prüfung wurde der Combe'sche Apparat täglich vier Stunden in Betrieb gesetzt. Zunächst wurde ihm in der Zeit vom 14. bis zum 25. Januar eine rollende Bewegung ertheilt. In dieser Zeit hat der Chronometer-Prüfungskasten, da er in 8 Sekunden eine Oszillation ausführt, im Ganzen

21600 Oszillationen

um die Längsschiffs-Axe vollführt. Gleichzeitig hat der Unterstützungspunkt, der in 20 Sekunden einen Weg von 25 Metern zurückgelegt, im Ganzen

eine Strecke von 216000 Metern

durchlaufen.

Da in diesem Falle der Punkt P um die x-Axe als Drehungs-Axe in ebenen Kreisbögen mit dem Radius $r = \sqrt{y'^2+z'^2}$ und der Amplitude $h = 19°$ oszillirt, so finden wir seine mittlere relative Geschwindigkeit v bezüglich des Koordinaten-Systems der x, y, z in Centimetern pro Sekunde, wenn wir den in 4 Sekunden zurückgelegten Weg durch 4 dividiren. Daraus lässt sich dann weiter der Weg S, den der Punkt P in seiner relativen Bahn in der oben angegebenen Zeit vom 14. bis zum 25. Januar zurückgelegt hat, sehr leicht ermitteln.

So ergiebt sich für die Chronometer:

1 und 3:	r	=	27.0 cm	v	=	4.4 cm	S = 7603 m
A „ C:	r	=	22.4 „	v	=	3.7 „	S = 6394 „
2 „ 5:	r	=	10.0 „	v	=	1.6 „	S = 2765 „.

Wir ersehen aus diesen Angaben, dass die rollende Bewegung den stärksten Einfluss auf die Chronometer 1 und 3 ausübte, dass dann die beiden Chronometer A und C folgen und dass endlich die Chronometer 2 und 5 am wenigsten von dieser Bewegungsart beeinflusst wurden.

Am 25. Januar wurde die rollende Bewegung des Apparates in eine stampfende umgewandelt, welche bis zum 2. Februar, also acht Tage, und täglich 4 Stunden andauerte. In dieser Zeit hatte der Chronometer-Prüfungskasten DE

14400 Oszillationen

um die Querschiffs-Axe und der Punkt 0

einen Weg von 144000 Metern

um den Mittelpunkt M des Combe'schen Apparates zurückgelegt.

Betreffs der relativen Bahn ergeben sich in diesem Falle, wenn r, v und S eine der vorigen analoge Bedeutung haben, die folgenden Werthe:

Chronometer A und C:	r	=	43.3 cm	v	=	5.0 cm	S = 5760 m
„ 1 „ 3:	r	=	35.0 „	v	=	3.8 „	S = 4378 „
„ 2:	r	=	28.5 „	v	=	3.0 „	S = 3456 „
„ 5:	r	=	12.9 „	v	=	1.4 „	S = 1613 „,

die zugleich den Einfluss der stampfenden Bewegung auf die einzelnen Chronometer charakterisiren.

Am zweiten Februar wurde dem Apparate die kombinirte, rollende und stampfende Bewegung ertheilt, welche bis zum 13. Februar, also 11 Tage lang andauerte. Während dieser Zeit vollführte die Schaukel-Vorrichtung

19800 kombinirte Oszillationen,

Digitized by Google

während der Unterstützungspunkt 0 derselben gleichzeitig

eine Strecke von 198000 Metern

durchlief.

Es ergiebt sich nun leicht für die Geschwindigkeit v_t eines Punktes $P\ (r,\ \vartheta,\ \varphi)$ zur Zeit t die Gleichung:

$$(13) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ v_t = r\sqrt{\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + \sin^2\vartheta \cdot \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2},$$

die durch Substitution des Gleichungen-Systems (11) übergeht in:

$$(14) \ldots\ldots\ v_t = \frac{\pi r}{4}\sqrt{h'^2 \sin^2\theta \cdot \cos^2\frac{t}{4}\pi + h^2 \sin^2\vartheta \cdot \sin^2\frac{t}{4}\pi - hh' \cos\theta \cdot \cos\vartheta \cdot \sin\frac{t}{2}\pi}.$$

Mithin wird die mittlere Geschwindigkeit v' der Chronometer durch das Integral:

$$v' = \frac{1}{8}\int_{t=0}^{t=8} v\,dt$$

ausgedrückt, welches, da auch $\sin\vartheta$ und $\cos\vartheta$ Funktionen von t sind, einen sehr komplizirten Ausdruck liefert. Allein durch Vergleichung der einzelnen Elemente des Integrales erkennen wir unmittelbar, dass die Chronometer 1, 3, A und C, deren Radien nicht viel von einander abweichen, auch nahezu dieselbe mittlere Geschwindigkeit besitzen, dass sodann das Chronometer 2 folgt und dass das Chronometer 5 die geringste, mittlere Geschwindigkeit besitzt.

Aus der Gleichung (14) folgt ferner, wenn wir zur Abkürzung:

$$h' \sin\theta = \varepsilon; \qquad hh' \cos\theta = \eta$$

setzen:

$$v_0 = \frac{\pi r}{4}\varepsilon$$

$$v_1 = \frac{\pi r}{4\sqrt{2}}\sqrt{\varepsilon^2 + h^2 \sin^2\vartheta_1 - 2\eta \cos\vartheta_1}$$

$$v_2 = \frac{\pi r}{4} h \sin\vartheta_2$$

$$v_3 = \frac{\pi r}{4\sqrt{2}}\sqrt{\varepsilon^2 + h^2 \sin^2\vartheta_3 + 2\eta \cos\vartheta_3}$$

$$v_4 = \frac{\pi r}{4}\varepsilon$$

$$v_5 = \frac{\pi r}{4\sqrt{2}}\sqrt{\varepsilon^2 + h^2 \sin^2\vartheta_5 - 2\eta \cos\vartheta_5}$$

$$v_6 = \frac{\pi r}{4} h \sin\vartheta_6$$

$$v_7 = \frac{\pi r}{4\sqrt{2}}\sqrt{\varepsilon^2 + h^2 \sin^2\vartheta_7 + 2\eta \cos\vartheta_7}.$$

Digitized by Google

Die Chronometer 1 und A liefern einen positiven Werth des η; sie werden also in der Nähe der Punkte 1 und 5 ihre relativ kleinste, und in der Nähe der Punkte 3 und 7 ihre relativ grösste Geschwindigkeit erreichen.

Für die Chronometer 3 und C wird η negativ; sie besitzen also in den Punkten 1 und 5 ihre relativ grösste und in den Punkten 3 und 7 ihrer Bahn ihre relativ kleinste Geschwindigkeit.

Für die Chronometer 2 und 5 ist $\eta = 0$; es sind deshalb die Geschwindigkeits-Schwankungen dieser beiden Chronometer keine so beträchtlichen wie bei den ersteren, und da ferner allgemein die Relation:

$$v_t = v_{4-t}$$

gilt, so ist die mittlere Geschwindigkeit zwischen $t = 0$ und $t = 2$ ebenso gross wie die zwischen $t = 2$ und $t = 4$; ebenso ist auch die mittlere Geschwindigkeit zwischen $t = 4$ und $t = 6$ ebenso gross wie die zwischen $t = 6$ und $t = 8$; doch ist, wie man sich leicht durch Vergleichung der Werthe von $\sin \vartheta$ überzeugt, dieser letztere Betrag bei dem Chronometer 2 etwas kleiner und bei dem Chronometer 5 etwas grösser als der erstere.

Digitized by Google

Fig. 1.

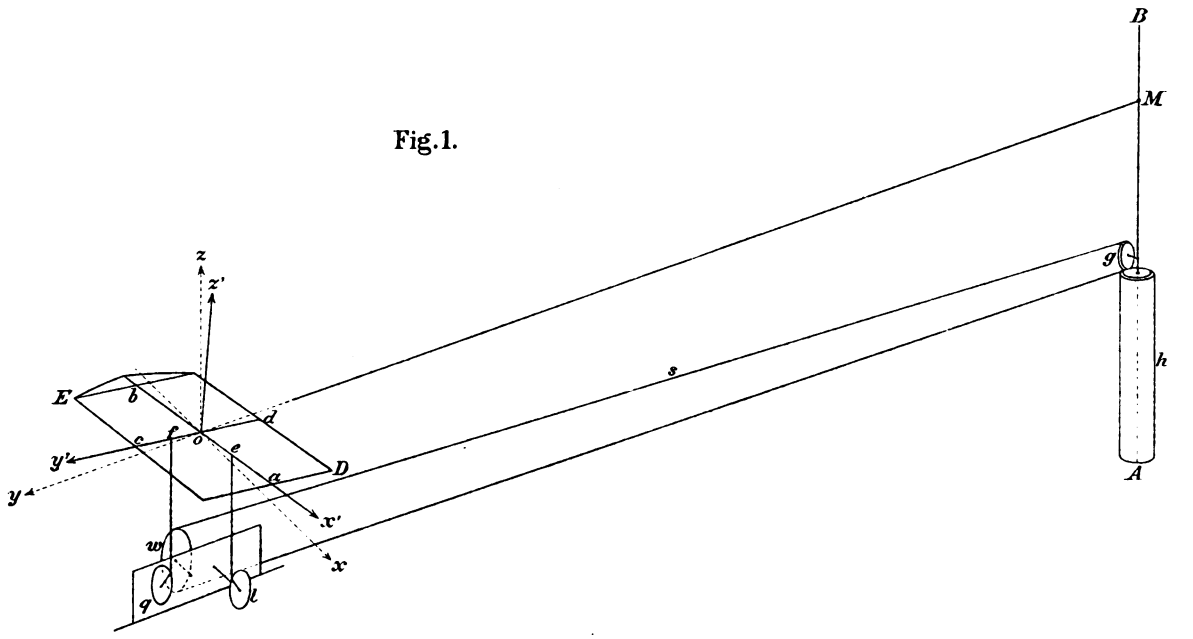
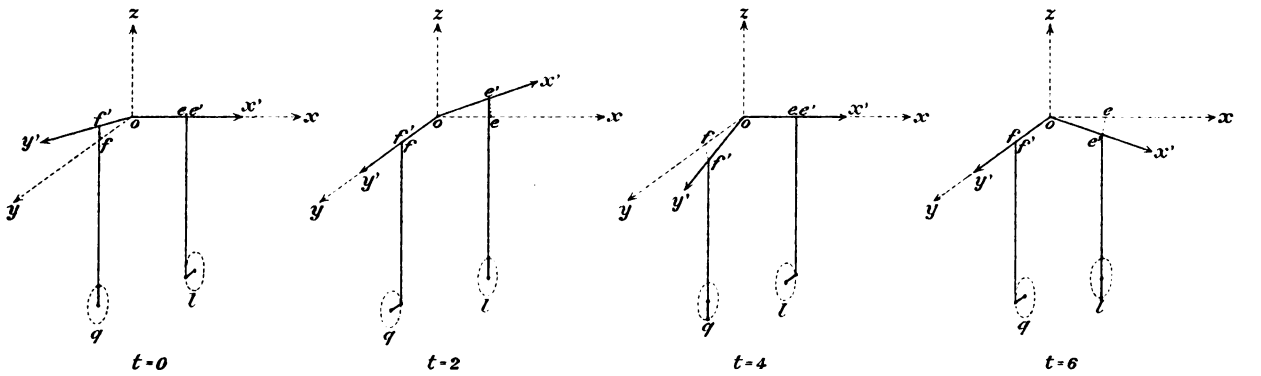


Fig. 2.



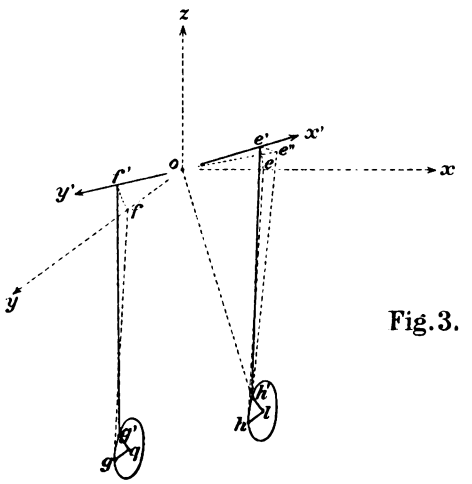
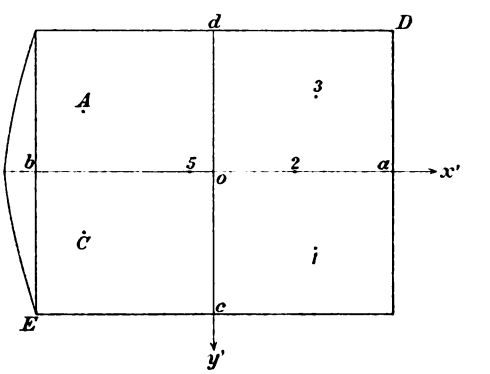


Fig. 3.

Fig. 4.



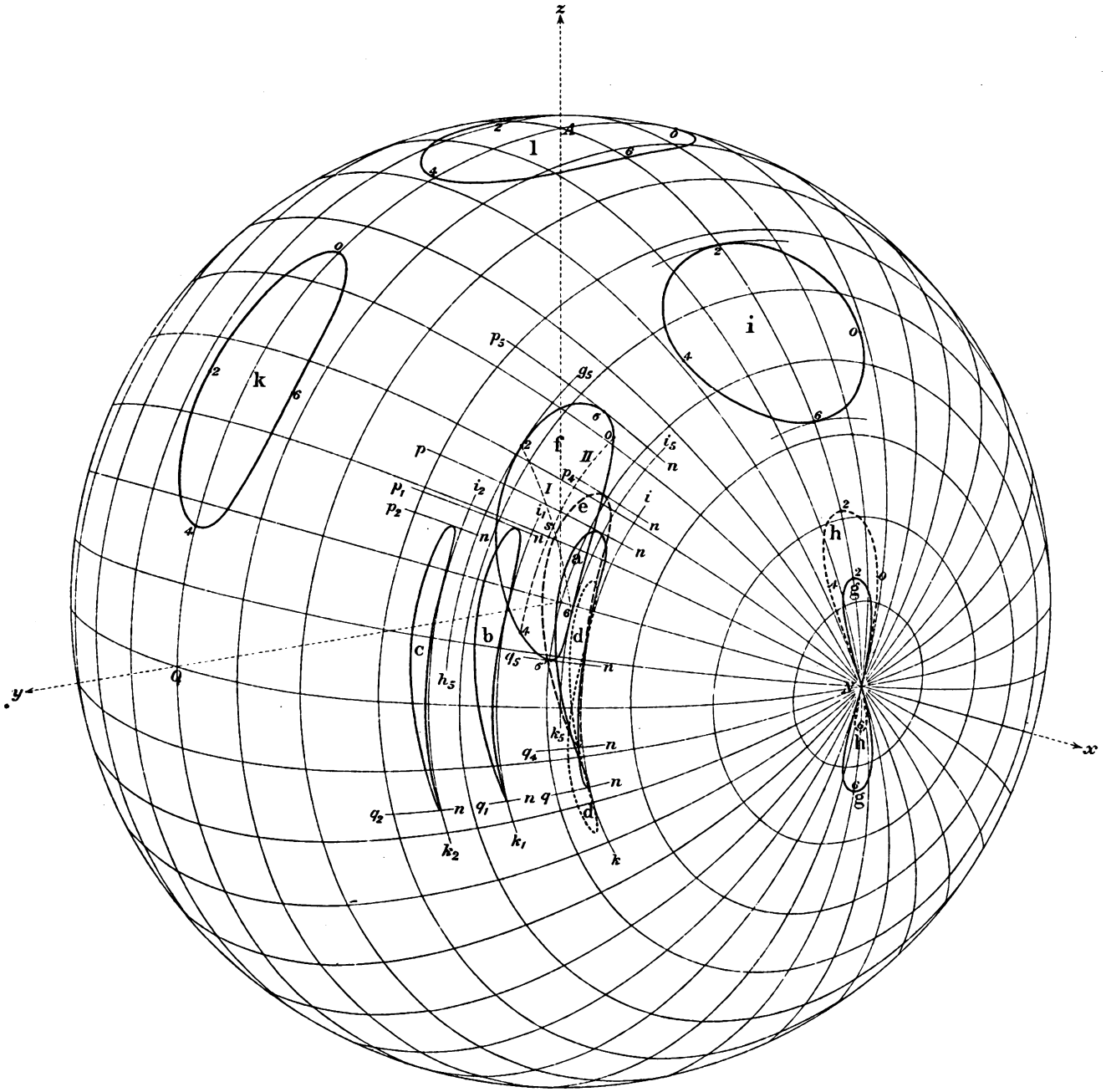
Gez. u. lith. v. K. Fehse, Hamburg

Lith. u. Druck d. Deutschen Seewarte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 5.



Gez. u. lith. v. K. Fehse, Hamburg.

Lith. u. Druck d. Deutschen Seewarte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 6.

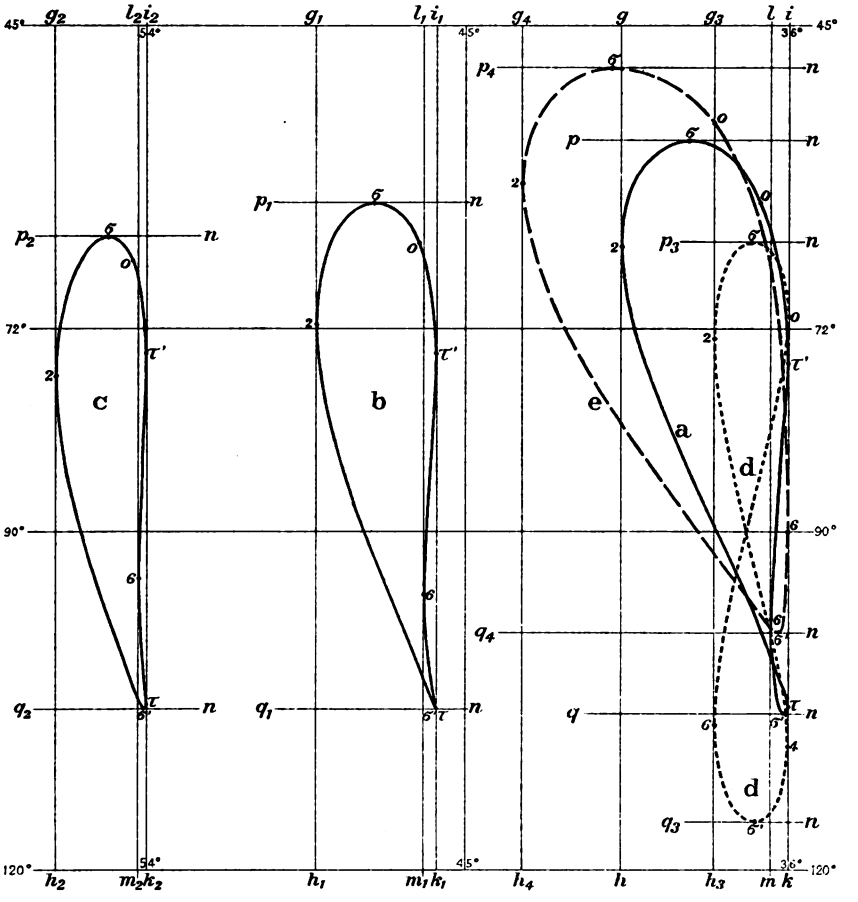


Fig. 7.

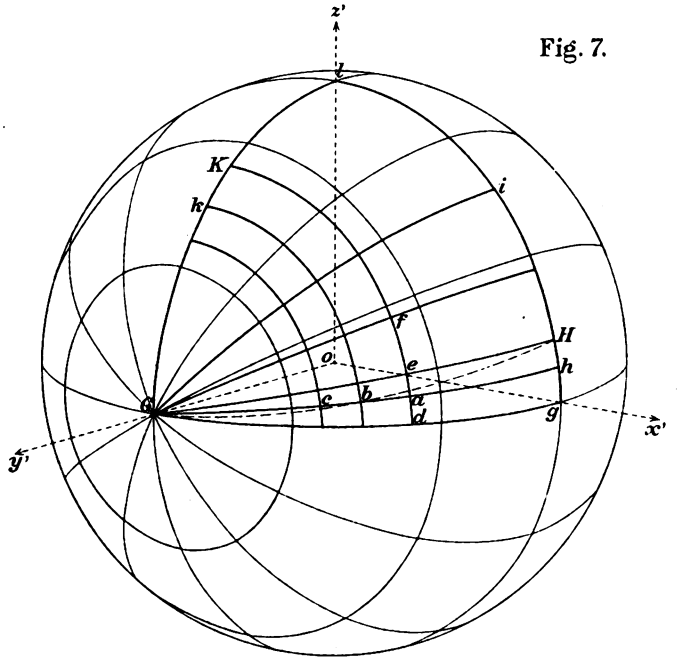
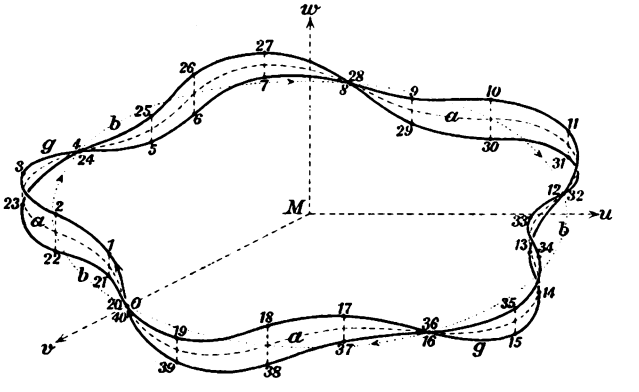


Fig. 8.



Gez u. lith. v. K. Fehse, Hamburg.

Lith. u. Druck d. Deutschen Seewarte.

Digitized by Google

Digitized by Google

A 289
Bibliothek der Phys.-Techn. Reichsanst. Physik. Abtheilung

Aus dem

Archiv der Deutschen Seewarte.

XI. Jahrgang: 1888.

Herausgegeben

von

der Direktion der Seewarte.

HAMBURG, 1889.

Gedruckt bei Hammerich & Lesser in Altona.

Digitized by Google

Digitized by Google